باتريك مور

حقائق عن الأرض

ترجمة

فؤاد عبد العال

مراجعة

د. الشاذلي محمد الشاذلي

الكتاب: حقائق عن الأرض

الكاتب: باتريك مور

ترجمة : فؤاد عبد العال

مراجعة : د. الشاذلي محمد الشاذلي

الطبعة: ٢٠٢٠

صدرت الطبعة الأولى عام ١٩٦٣

الناشر: وكالة الصحافة العربية (ناشرون)

٥ ش عبد المنعم سالم – الوحدة العربية – مدكور- الهرم – الجيزة

جمهورية مصر العربية

هاتف : ٣٥٨٢٥٢٩٣ _ ٣٥٨٦٧٥٧٦ _ ٣٥٨٦٧٥٧٥

فاكس : ٣٥٨٧٨٣٧٣

E-mail: news@apatop.comhttp://www.apatop.com

دار الكتب المصرية

فهرسة أثناء النشر

مور ، باتريك

حقائق عن الأرض / باتريك مور ، ترجمة : فؤاد عبد العال ، مراجعة : د. الشاذلي محمد الشاذلي – الجيزة – وكالة الصحافة العربية.

١٤٢ ص، ١٨*٢١ سم.

الترقيم الدولي: ٠ – ٩١ – ٦٨١٨– ٩٧٧– ٩٧٨

أ – العنوان رقم الإيداع : ٨٧٦٣ / ٢٠٢٠

حقائق عن الأرض

وكالة الصحافة العربية
«ناشرون»

مقدمة

قلما نجد كتابا يعالج الأرض من السهولة واليسر مثل كتاب "حقائق عن الأرض" الذي قام بتأليفه العالم البريطاني باتريك مور. وعلى الرغم من سهولة هذا الكتاب ويسره فإنه يتطرق إلى موضوعات خطيرة متشعبة عن كوكبنا هذا، وينفذ من قشورها إلى لبها ثم يربط بينها بمهارة فائقة منقطعة النظير- وقد بدأ المؤلف من ذلك الوقت السحيق الذي كانت الأرض فيه كرة ملتهبة من نار لا نعرف عن نشأتها سوى القليل، ثم انتقل بعد ذلك إلى العصور الجيولوجية الغابرة التي نستطيع أن ندرس صخورها، ولكنها لا تحوي آثاراً للحياة، حتى وصل إلى العصور الأكثر حداثة التي يمكننا أن نفحص صخورها وما تحويه من بقايا نباتات أو حيوانات كانت تعيش وترتع حينذاك. وهكذا نتطرق رويداً من البعيد الغامض الذي يحاول العلم تفسيره بنظريات شتى إلى القريب الواضح الذي توصل العلم فيه إلى الكثير من الحقائق الدامغة.

ومع أن "كتاب حقائق عن الأرض" يختص أساساً بالجيولوجيا أو علم الأرض إلا أنه مع ذلك لا يغفل العلوم التي تلقي أضواء ساطعة على هذا الكوكب الذي نعيش فيه وعلى الأخص العلوم الفلكية وعلوم الحياة، بل إنه يبدي اهتماما خاصا بهذه العلوم ودورها في كشف ما خفي من أسرار الكون. وبهذا نرى الأرض في صورتها الحقيقية كخضم من أحداث ذات وجوه متعددة، ولكن مهارة المؤلف أبرزت المجرى الرئيسي لتلك

الأحداث التي تتابعت على وجه البسيطة وفي باطنها وسمائها. وهكذا نلمس ظهور القارات ثم اختفاءها، وتكوين المحيطات والبحار وتقدمها وتراجعها، وتولد سلاسل الجبال الشاهقة وتحاتها، وثوران البراكين وبرودة الثلوج، وظهور الكائنات الدقيقة الدنيئة على المسرح بعد مضي بضعة آلاف من ملايين السنين، ثم تطورها وتنوعها على مر الأزمان إلى مخلوقات رهيبة أو ذكية تمكنت ببطشها أو ذكائها من السيطرة على الأرض بما عليها، كل في عهدها الخاص بها.

وقد حاول المترجم وضع كتابنا هذا في صورة عربية سليمة شيقة مع مراعاة مضمونه العلمي الدقيق في نفس الوقت. وهكذا تيسر لنا تقديم هذا الكتاب القيم إلى قراء اللغة العربية على اختلاف مستوياتهم العلمية والثقافية وعلى تباين مشاربهم– ونرجو مخلصين أن نكون قد وفقنا في ذلك.

الشاذلي محمد الشاذلي

الباب الأول

بداية الأرض

الأرض هي مقرنا، وهي أهم جسم في الكون بالنسبة لنا، وقد تمكنا من استكشافها جيداً، من الأقطاب الجليدية إلى قمة جبل إفرست، ومن الغابات الكثيفة المليئة بالمستنقعات بأمريكا الجنوبية إلى أعماق المحيط الهادي. ومع ذلك فمن الخطأ القول بأننا قد تعرفنا على كل ميل مربع من سطحها، وإن كان يمكننا الجزم بأنه لا توجد "قارات مفقودة" في انتظار من يكتشفها.

وعلى الرغم من ذلك فالأرض في الواقع ليست جسما هاما، فما هي إلا كرة محيطها ثمانية آلاف ميل، وهي واحدة من تسعة كواكب تدور حول نجم مركزي هو الشمس. وعلاوة على ذلك فهي ليست أكبر كواكب المجموعة الشمسية، فهناك الكوكب المشترى الذي لو قورن بالأرض لساوى ألفاً منها، وحتى المشترى نفسه فإنه يعد صغيراً جداً بالنسبة للشمس. وكان الاعتقاد السائد منذ أربعة قرون خلت أن الأرض هي مركز الكون، وأن جميع الأجسام السماوية تدور حولها، ولكننا نعلم الآن تمام العلم أن هذا لا يمت إلى الحقيقة بصلة.

ويعتبر الاستكشاف التام للأرض تطوراً حديثاً جداً، فمنذ ألف عام، عندما كان الساكسون يحكمون انجلترا، لم تكن أمريكا معروفة إلا لقلة من المستكشفين العتاة من الفايكنج، بينما لم يكن المتبربرون من سكان العالم الجديد قد سمعوا شيئا عن ملوك أوربا من أمثال شارلمان وألفريد الأكبر، وسبب ذلك أنه لم يكن هناك أي اتصال بين نصفي الكرة الأرضية، بينما ظلت أراض كثيرة كاستراليا مجهولة تماما نتيجة لانعزالها.

ولو رجع بنا التاريخ إلى الوراء وحملنا عبر الماضي لوجدنا أنه منذ ألفي عام كانت روما أكبر دولة على وجه الأرض، ومن قبلها كانت هناك حضارات متقدمة في اليونان والصين ومصر. ولكن لو فرضنا أننا رجعنا إلى الوراء ملايين السنين بدلا من آلافها، فسوف نعود إلى وقت لم يكن للإنسان الحقيق فيه أثر على الإطلاق.. وقت كانت تتحكم في الأرض الزواحف الضخمة مثل التيرانوزوراس وهو حيوان ضخم يبلغ طوله ما يقرب من أربعين قدما وطول كل سنة من أسنانه ست بوصات، وفي عهد التيرانوزوراس الذي ربما يرجع إلى مائة مليون سنة، كانت خريطة الأرض تختلف عن تلك المعروفة لنا حالياً، ففي ذلك الوقت كانت توجد هناك قارة كبيرة تسمى جوندوانا لاند تشغل معظم المنطقة الاستوائية الحالية ويحدها من الشمال بحر طويل يسمى التيثز، بينما كان الطرف الغربي لقارة أخرى لا وجود لها الآن يشغل موقع بريطانيا الحديثة.

وقد بدأ التاريخ المكتوب منذ بضعة آلاف قليلة من السنين، أما دراسة العهود الغابرة فتقع ضمن نطاق علم الجيولوجيا أو علم الأرض.

وللجيولوجيين وسائلهم العديدة في البحث، فلديهم القدرة على الحصول على قدر كبير من المعلومات بدراسة الطبيعة وترتيب الصخور المكونة للقشرة الأرضية وكذلك يمكنهم أن يتعلموا كثيراً من دراسة الحفريات- وهي بقايا كائنات حية كانت تعيش على كوكبنا هذا، ثم انقرضت. ويعرف علم دراسة الحفريات بـ "الباليانتولوجيا" وهو أحد الأسماء الجافة الطويلة التي يستسيغ العلماء استحداثها. وربما كان من المستحسن اختصار كثير من هذه المسميات ولو أنه ليس من العسير استيعابها وعلى الرغم من ذلك فإن تغييرها سوف يحدث كثيراً من البلبلة نظراً لكثرة استخدام هذه المسميات خلال سنين عديدة.

وهناك حدود للجيولوجيا والباليانتولوجا في معرفة تاريخ الأرض، فلم نتمكن من العثور على حفريات في الصخور التي يزيد عمرها عن ٥٠٠ مليون عام، وهذا يدل إما على عدم وجود كائنات حية قبل هذا التاريخ أو أن هذه المخلوقات كانت رخوة التكوين حتى إنها لم تترك أي بقايا يمكن أن تتحول فيما بعد إلى حفريات. ويمكن أن تعود بنا دراسة الصخور إلى الوراء أكثر من ذلك ولكنها في الحقيقة تقف عند حد أيضا، فلم تكن الأرض في أولى مراحل انفصالها في حالة صلبة تماما ولذا نلجأ إلى النظريات البحتة.

ولنأخذ مثلا- إذا اشترى شخص ما بيتا فإن أول ما يهتم بمعرفته عادة هو كيفية ووقت بنائه، وبالتالي فنحن نتوق إلى معرفة عمر الأرض، والذي سبقونا إلى الحياة عليها وكيف أتت إلى الوجود بالضبط. وقد

يكون من السهولة بمكان معرفة تاريخ منزل عمره خمسون عاماً أو حتى مائة عام، إلا أن الأمر يختلف تماما عندما تحاول معرفة تاريخ الأرض التي يبلغ عمرها عدة آلاف من ملايين السنين، ويجب أن نعترف والحالة هكذا بأننا لا نعرف كيف تكونت الأرض بالضبط، فقد وضعت نظريات كثيرة في هذا المجال، وقد داخل هذه النظريات التخمين بدرجة واضحة.

وإننا لنعتمد في الحقيقة اعتماداً كلياً على الشمس في الحصول على الضوء والحرارة. والشمس في حد ذاتها تختلف تماما عن الأرض، فهي ليست جسما صلبا ولكنها مكونة من غاز ساخن جداً وتبلغ الحرارة على سطحها أكثر من ٥٠٠٠°م أما من ناحية الحجم فإن الشمس أكبر بكثير من كوكبنا هذا، إذ يمكننا وضع مليون أرض في مكان الشمس ويتبقى بعد ذلك فراغ غير مشغول. وتتكون المجموعة الشمسية من تسعة كواكب، تقع الأرض منها في المحل الثالث بالنسبة للبعد بينها وبين الشمس. وقد افترض بيير لابلاس وهو فلكي فرنسي كبير عاش في القرن الثامن عشر أن هذه الكواكب تكونت جميعاً من الشمس، ولم يكن لابلاس أول من اقترح هذه النظرية، ولكنه كان أول من عالجها بالتفصيل.

وطبقا لما جاء به لابلاس فإن المجموعة الشمسية بدأت كسحابة شاسعة من الغاز تدور حول نفسها ببطء، مقلصة في نفس الوقت تحت تأثير جاذبيتها الذاتية، وكانت كلما قل حجم السحابة أطردت سرعة

دورانها حتى قذفت بحلقة غازية تجمعت في النهاية لتكون كوكبا. وباستمرار تقلص السحابة وازدياد سرعة دورانها انفصلت حلقة ثانية، ثم تكررت هذه العملية عدة مرات حتى كان الناتج في النهاية شمسا مركزية صغيرة نسبية محاطة بعائلة من الكواكب.

وكانت نظرية لابلاس التي نشرت لأول مرة منذ مائتي عام– مقبولة عموما لفترة من الزمن، ولكنه ثبت أخيرا أنه حتى لو قذفت حلقات غازية بهذه الطريقة فإنها لن يمكنها أن تتكثف لتكون كواكبا، بل على العكس من ذلك فإن الغاز سوف يتسرب إلى الفضاء. وقد ظهرت بعد ذلك آراء كثيرة في هذا الشأن ثم رفضت إلى أن تقدم "جيمس جينز" وهو فلكي بريطاني نذكر له كتبه المبسطة وإذاعاته علاوة على أعماله الأكثر جدية، بنظرية المد والجزر التي تبدو أقرب إلى النجاح مما سلفها.

ومن المعروف أن الشمس نجم عادي وإضاءته الذاتية ليست أشد بهاء من معظم هذه النجوم التي نراها عندما يرخي الليل ستائره، وإن كانت تظهر الشمس لنا رائعة فلأنها قريبة نسبيا إلينا أما الفضاء فإنه كبير وواسع جدا حتى إنه يندر أن يقترب نجم من آخر، ولكن جينز افترض أنه في الماضي السحيق، ولنقل منذ عدة آلاف مليون سنة وقع حادث من هذا القبيل، أي أن نجما مر بالقرب من الشمس، فتسببت قوى الجذب الشديدة بينهما في خروج لسان من مادة الشمس على شكل سيجار، وعندما ابتعد النجم سائرا في طريقه بعد ذلك تفتتت مادة هذا اللسان إلى قطرات تكثفت كل قطرة منها إلى كوكب، ومما يجدر ذكره

في هذا المجال أن أكبر كواكب المجموعة الشمسية وهما المشترى وزحل يقعان في وسط المجموعة بالضبط حيث كان يوجد أسمك جزء من "السيجار".

كل هذا يبدو قويما، ولكن سرعان ما يقابلنا كثير من المشكلات مرة أخرى، ومن هذه العقبات الرياضية ما دعا سير هارولد جيفريز إلى أن يفترض أن النجم المار لم يقترب من الشمس فقط بل اصطدم بها فعلا صدمة سريعة قبل أن يبتعد عنها متجها في طريقه. وقد أزال هذا الفرض بعض الاعترافات، ولكن هناك نقطة ضعف مميتة في جميع نظريات المدر والجزر. وهذه النقطة ليست متعلقة بالأرض بل بالشمس نفسها.

فالمعروف أن الشمس ساخنة حتى على سطحها، ولكن حرارتها الداخلية رهيبة إذ تبلغ في مركزها حوالي عشرين مليون درجة مئوية، وتبقى الطبقات الداخلية الشديدة الحرارة في مكانها نتيجة لضغط المواد التي تعلوها لا لشيء آخر. ولو مر نجم وأدى إلى انفصال جزء من المادة الخارجية للشمس، فإن الطبقات الداخلية الساخنة ستتمدد بسرعة فائقة مسببة انفجاراً يجعل القنبلة الذرية تبدو وكأنها ألعاب نارية لأطفال يلهون، وستقذف المادة بعيداً في الفضاء بسرعة لا يمكن معها لهذه المادة أن تتكثف على الإطلاق لتكون كواكبا، ونظراً لهذه الصعوبة التي لا يوجد منها منفذ، كان علينا أن نستبعد جميع نظريات المد والجزر، ومن بينها نظرية جينز.

وفد افترض هويل- وهو أحد علماء الفلك البريطانيين المعاصرين- أن كواكب المجموعة الشمسية لم تتكون من الشمس نفسها بل من نجم آخر اعتاد مصاحبة الشمس خلال رحلتها في الفضاء ولكنه انفجر آخر الأمر، وهذا النوع من الانفجارات النجمية معروف لدى علماء الفلك باسم "سوبر نوفا" ويحدث من آن لآخر، كما أنه لا يوجد من الأسباب ما يجعل الشمس لا تتخذ نجما تابعاً في حياتها الأولى. ولكن ليس هناك لسوء الحظ من سبيل يؤكد أو ينفي صحة نظرية هويل التي ما تزال فرضا ممكن الحدوث.

وأكثر النظريات انتشاراً في أيامنا الحالية هي تلك المنسوبة إلى العالم الألماني كارل فون فيزساكر الذي يعتقد أن الشمس قد سارت ذات مرة خلال سحابة كبيرة من الغاز الخفيف فجمعت حولها غلافا غازيا واسعا أثناء هذه العملية. وبعد خروج الشمس من هذه السحابة تسببت قوى الجاذبية في تكون تجمعات من المادة انتظم جلها تدريجا في كرات قليلة هي الكواكب. وفي هذه النظرية أيضا لا يوجد الدليل الذي يؤكدها أو ينفيها ولكن لا توجد نقاط ضعف واضحة في نظرية فون فيزساكر وعلى الأخص لأن السحب الغازية منتشرة في الفضاء بما في الكفاية.

وعلى كل فقد تكونت الأرض ويمكننا أن نتأكد من أنها كانت شديدة الحرارة وربما كانت في حالة غازية في أيامها الأولى كجسم مستقل.

ومن المحتمل أن تكون الأرض قد مرّت بمرحلة سائلة عندما بدأ في البرودة، ولكن قشرتها بدأت تتجمد أخيراً، وبهذا نكون قد وصلنا إلى النقطة التي يمكن عندها للفلكيين تسليم القصة للجيولوجيين ليتموها، وقد وصلت الأرض إلى هذه النقطة منذ حوالي ٢٠٠٠ مليون سنة، ومن المحتمل ألا يزيد عمرها في ذلك الوقت عن ١٠٠٠ مليون سنة، وعلى هذا الأساس يصبح العمر الإجمالي لكوكبنا حوالي ٣٠٠٠ مليون سنة.

وقد توصل العلماء إلى هذا الرقم بعدة طرق جيولوجية وفلكية، وربما نكون قد أخطأنا في ٥٠٠ مليون سنة بالزائد أو بالناقص إلا أننا متأكدون من سلوكنا للطريق السليم في هذه المشكلة المثيرة حقا. وقد توصلنا إلى المفتاح الرئيسي عن طريق سلوك المادة المعروفة باليورانيوم الذي لا يعتبر نادراً في القشرة الأرضية وهو الذي ذاع صيته أخيراً نظراً لاستخدامه في صناعة القنابل الذرية، واليورانيوم قليل الإشعاع ويعني ذلك أنه ينحل تدريجا إلى مواد أخرى تنتهي بالرصاص، وتبدو نسبة الانحلال ثابتة وغير متأثرة بالحرارة أو بالضغط أو بأي عامل آخر. فإذا وجدنا رصاصا سويا مع اليورانيوم فإن نسبة الرصاص تحكي لنا: متى بدأت عملية الانحلال، فكلما ازداد عمر اليورانيوم ارتفعت بالتالي نسبة الرصاص، ومن حسن الحظ أن الرصاص الناتج من انحلال اليورانيوم يختلف اختلافا بينا عن الرصاص العادي.

وقد قدر عمر اليورانيوم الموجود في أقدم الصخور بحوالي ١,٧٠٠ مليون سنة، ويعتبر هذا العمر- بالطبع- عمر الصخور الحاملة لهذه المادة. وهذه الطريقة يمكن الاعتماد عليها كاعتمادنا على بصمات الأصابع، أما الوسائل الأخرى للبحث والتي لا يمكن التأكد منها بنفس المقدار فقد أعطت عمراً مماثلا في الدرجة.

ألف وسبعمائة مليون سنة![1] مما لا شك فيه أن أفكارنا العادية عن الزمن الطويل تختلف اختلافاً كبيراً عنها عند الجيولوجي أو الفلكي، وتعتبر معركة هاستينجز بالنسبة للمقياس الزمني للكون حدثا قريبا جدا. وفي الحقيقة لن تستطيع عقولنا البشرية أن تدرك تماماً عصوراً تقدر بملايين السنين، ولكن هناك طريقة جيدة لتخيلها وذلك باستخدام مقياس صغير، ولنفرض أننا مثلنا العمر الكامل للأرض بفترة تبلغ أربعا وعشرين ساعة، فإن أولى الكائنات الحية تظهر على أساس هذا المقياس حوالي اثنتي عشرة ساعة، وتحدث معركة هاستينجز منذ حوالي ثانية واحدة، بينما تتمثل قصة الحضارة الإنسانية كلها في بضع دقائق.. إن كل شيء في هذا الكون يحدث في بطء وجلال، عدا الإنسان.. فهو الوحيد الذي دائماً في عجلة من أمره.

وعموما فليس هناك من سبب يجعلنا لا نقنع بما حصلنا عليه من معلومات عن بداية الأرض، فنحن نعلم متى حدث هذا بالرغم من أننا لا نعلم بالضبط كيف حدث.

([1]) انظر الملحق رقم ٣ (المترجم).

وبمجرد وصولنا إلى المرحلة التي يتمكن فيها علماء الجيولوجيا والباليانتولوجيا من جمع معلومات موثوق بها عن القشرة الأرضية، فإننا نكون في الواقع واقفين من الناحية الحرفية على أرض ثابتة أي نكون مستندين إلى أسس علمية مادية ملموسة. ولنلق- أولا- نظرة فاحصة على الأرض كما كانت قبل أن تبرد، في ذلك الوقت التي لم تكن فيه سوى كرة من مادة ملتهبة منصهرة تدور حول نفسها في الفضاء.

الباب الثاني

العالم يبرد

إذا رفعنا بودنج عيد الميلاد من القدر الذي ينضج به ووضعناه في وعاء على مائدة المطبخ فإنه يبدأ في البرودة، وبعد مدة من الوقت يبرد سطحه الخارجي تماما، ولكن إذا قطعناه بسكين فإننا سنجد داخله مازال دافئا. وبالمثل؛ فقد أخذ السطح الخارجي للأرض المنصهرة في البرودة، ثم بدأت تتكون قشرة صلبة لها بعد مرور ملايين السنين بينما بقى مركزها ساخنا. وحيث أن عمر أقدم الصخور ١٧٠٠ مليون سنة فلذلك يبدو أن القشرة الأرضية قد تكونت منذ ألفين أو ثلاثة آلاف مليون سنة.

ويتكون سطح الأرض في أيامنا الحالية من عديد من المواد المختلفة، فتوجد أنواع كثيرة من الصخور والتربة والمياه وكتل من مواد عضوية– مثل الفحم الذي نتج من تحلل النباتات بعد دفنها. ولكن هذه المواد لم تكن في هذه الصورة أصلا، إذ كانت الأرض متماثلة خلال الأيام الأولى لبرودتها، وكانت مكونة من مادة بركانية تسمى الصهير والتي لا زالت موجودة حتى الآن تحت سطحها، وهي تشبه إلى حد كبير الحمم التي تقذفها البراكين النشطة مثل فيزوف. وأما الهواء فلم يكن كالهواء الموجود في أيامنا هذه، ومن المتحمل أنه لم يكن للأرض هواء على الإطلاق لفترة معينة وربما كان ذلك قبل تجمد القشرة الأرضية.

وقد تسرب في الفضاء الغلاف الجوي الأصلي للأرض والذي غالبا ما يتكون من غاز الإيدروجين الخفيف. ويعتبر غاز الإيدروجين، الذي كان يستعمل في ملء المراكب الهوائية والبالونات والذي استبدل أخيراً بغاز الهيليوم الذي يعتبر أقل ملاءمة للرفع "ولكنه غير قابل للاشتعال"، أكثر المواد توافراً في الكون إذ يدخل في تكوين الجزء الأكبر من الشمس والنجوم، ويتكون الغلاف الجوي للكواكب الضخمة مثل المشترى وزجل أساسا من غاز الإيدروجين ومركباته. ومن ناحية أخرى، فلم تكن الأرض التي تعتبر أصغر بكثير من الكواكب السابق ذكرها بقادرة على الاحتفاظ بهوائها الإيدروجيني نظرا للانخفاض النسبي لسرعة التسرب في عالمنا هذا.

فإذا قذفت بقطعة من حجر إلى أعلى فإنها تصل إلى ارتفاع معين ثم تسقط في يدي مرة أخرى، أما إذا رميتها بسرعة أكبر فإنها سوف تصل إلى ارتفاع أعظم قبل أن تسقط مرة ثانية. ولكن إذا تمكنت من قذفها بسرعة ٧ أميال في الثانية فإنها لن تعود مرة أخرى إذ أن الجاذبية الأرضية لن تكون قوية بالدرجة التي تكفي للاحتفاظ بها، وستنطلق قطعة الحجر في الفضاء بسرعة وإلى غير رجعة. وتعرف هذه القيمة الحرجة ألا وهي ٧ أميال/ ثانية بسرعة الانطلاق من الأرض.

ويتكون أي غلاف جوي– مهما كان نوع الغاز الذي يتكون منه– من ملايين لا حصر لها من مجموعات للذرة أو جزيئات تدور كلها حول نفسها بسرعات كبيرة، وتتحرك جزيئات الإيدروجين– التي تعتبر أخفها

جميعا– أسرع من أي جزيئات أخرى، وقد تسبب الارتفاع الشديد في حرارة الأرض– في أوائل أيامها– في ازدياد حركتها أكثر من المعتاد وبناء على ذلك، فإن جزيئات الإيدروجين اكتسبت قدرة على الحركة أكثر من ٧ أميال/ الثانية، وبالتالي تسربت في الفضاء تاركة الأرض خالية تماما من أي غلاف جوي.

وبردت الأرض بمرور الوقت– تماما مثلما يحدث لبودنج عيد الميلاد– ثم بدأت أخيراً تكون لنفسها قشرة، وأخذ سمكها في الازدياد ثم تجمدت بمضي ملايين السنين بينما أخذت درجة الحرارة في الانخفاض التدريجي، ثم حدثت اضطرابات كثيرة، فقد بدأت البراكين الضخمة الموجودة على سطح الأرض تثور وتقذف حممها، فانطلقت كميات هائلة من الغاز المحبوس في باطن الأرض الذي مازال منصهراً. ولم يكن الغاز المتصاعد إيدروجينا في هذه المرة بل كان يتكون أساسا من غاز ثاني أكسيد الكربون وهو غاز ثقيل يوجد ذائبا في ماء الصودا علاوة على بخار الماء. ولما كانت حرارة الأرض في ذلك الوقت أقل شدة مما كانت عليه سالفا، فقد تكون الهواء الجديد من جزيئات بطيئة الحركة نسبيا، ولم يكن هناك مجال للهرب، وبقى الغلاف الجوي. وبالرغم من التغيرات الكثيرة التي طرأت عليه إلا أنه في الحقيقة هو الغلاف الذي نتنفس فيه اليوم.

ولم يكن هناك محيطات حتى ذلك الوقت، إذ كانت اليابسة حارة جبلية قاحلة ولم تكن هناك حياة من أي نوع. ثم زأرت البراكين الضخمة

وتكثف بخار الماء المنطلق منها على شكل سحب كثيفة من البخار حجبت وهج الشمس عن سطح الأرض. وكلما حاول المطر السقوط تحول في الحال مرة أخرى إلى بخار، مما جعل الأرض حتما في هاتيك الآونة مكانا مقبضا رهيبا.

وقد ساعد استمرار برودة القشرة الأرضية على انطلاق المياه الحبيسة في السحب، ثم بدأ ما يسمى بحق بالأمطار العظيمة. فقد كانت أكثر عنفا واستمراراً من أعتى العواطف التي شهدها الإنسان، إذا استمرت لأيام بل لشهور وقرون، بل ربما لمئات القرون، وتدفقت المياه إلى منخفضات القشرة الأرضية.. وامتلأت هذه الأحواض بالتدريج.. وهنا ولدت المحيطات لأول مرة على سطح الأرض. وعندما بلغت المياه عمقا كافياً، أخذت في تعرية الشواطئ والأراضي المحيطة بها. وهكذا بدأت المعركة اللانهائية بين الماء واليابسة، تلك المعرفة التي لازالت مستمرة حتى وقتنا الحاضر. وأخيرا فقدت السحب كثيرا مما تحويه من بخار الماء وأصبحت السماء صافية.. ثم توقفت الأمطار العظيمة.. لتسطع الشمس على عالم كان يستعد لاستقبال الحياة.

ويعتبر قرب القمر من أهم العوامل في تاريخ الأرض الأول، والقمر هو ذلك العالم الذي يبلغ قطره أكثر من ألفي ميل وسطحه متعرج تغطية آلاف الفوهات البركانية، ويبعد حاليا عن الأرض بمسافة تقدر بربع مليون ميل وتعادل هذه المسافة عشرة أمثال طول محيط الكرة الأرضية عند خط الاستواء. ومع ذلك فلابد من أنه كان في يوم ما أقرب من هذا

بكثير، وكان من المعتقد إلى وقت قريب أن الأرض والقمر أصلهما جسم واحد.

وقد وضع البروفسير ج. هـ. داروين– نجل العالم الطبيعي الشهير شارلز داروين– نظرية عن نشأة القمر منذ حوالي قرن وكانت مقبولة لدى العلماء لأعوام كثيرة. وتتلخص نظرية داروين في أن الأرض حينما بردت بما يكفي لتكوين قشرة رقيقة أصبحت الكرة الأرضية كلها غير مستقرة لأنها كانت تدور حول محورها بسرعة كبيرة. وتدور الأرض حول محورها مرة كل أربع وعشرين ساعة في أيامنا الحالية، ولكنها لم تكن كذلك من قبل، ففي أثناء الأمطار العظيمة لم يكن طول اليوم ليتعدى ساعات قليلة. وقد اعتقد داروين أن التأثير المزدوج الناتج من سرعة الدوران وقوة الجذب المدية للشمس جعل الأرض تتخذ شكلا بيضاويا أولا ثم شكل الدمبيل[٢] بعد ذلك، وكان له ما يشبه الجرسين، أحدهما هو الجرس الأكبر ويمثل الأرض بينما يمثل الجرس الأصغر قمر المستقبل. ثم انكسر عنق الدمبيل في النهاية وانفصل الجرسان أحدهما عن الآخر واندفع القمر مبتعدا عن الأرض على شكل كتلة سائلة.

وذهب بعض العلماء إلى أبعد من هذا، وحددوا نتيجة لهذه النظرية أنه لابد من أن تكون القشرة الأرضية الرقيقة قد انفصلت تاركة فجوة كبيرة مكان الكتلة المنفصلة، ولما كان حجم القمر من الكبر بحيث يعادل امتداد المحيط الأطلنطي، كما تتناسب سواحل المحيط الغربية

(٢) كرتان من الحديد بينهما عمود، يستعمل في التمارين الرياضية.

بأمريكا مع سواحله الشرقية بأوربا وأفريقيا، لذا يعتقد البعض أن حوض المحيط الأطلنطي الحديث ما هو في الحقيقة إلا الفجوة التي خلفها القمر بعد انفصاله، بينما تقول نظرية أخرى إن حوض المحيط الهادي هو الفجوة الحقيقية، ويؤيد الفكرة الأخيرة الحقيقة العلمية التي تقول إن قاع المحيط الهادي مكون من مادة تختلف عن مثيلتها في أي محيط آخر.

ولازال هناك نخبة من العلماء تؤيد نظرية الانفصال هذه ونخص منهم بالذكر الأستاذ الأمريكي جورج جامو والعالم السويدي ن. أ. بيرجكويست. وهناك لسوء الحظ عدة اعتراضات خطيرة عليها، وتتجه النظريات الحديثة إلى أن القمر نشأ مستقلا عن الأرض وبطريقة مشابهة، ومع ذلك، فقد كان القمر قريبا من الأرض منذ ظهوره في الوجود كجسم منفصل، وكانت المسافة بينه وبين الأرض صغيرة نسبيا إبان عصر الأمطار العظيمة، ويعني هذا أنه قد تسبب في إحداث مد وجزر في البر والبحر أعنف بكثير مما نشهده في أيامنا الحالية.

وربما بلغت المسافة بين الأرض والقمر ٥٠,٠٠٠ ميل عند انتهاء الأمطار العظيمة، أما المسافة الحقيقية فغير مؤكدة، ولا يسعنا إلا التخمين في هذا المجال- وكانت الأرض تدور حول نفسها مرة كل ١٠ أو ١٢ ساعة كما يظن. وقد تسببت قوة الجذب القمرية في سحب كومة من الماء تجاه القمر، وباستمرار دورانها كان على الأرض أن تقاوم محاولات القمر في إبقاء هذه الكومة ثابتة في مكانها، مما تسبب في

انخفاض سرعة دوران الأرض، وبالتالي ازداد اليوم طولا. وحتى في أيامنا هذه، حينما ازدادت فترة الدوران إلى ٢٤ ساعة وأصبح المد الأرضي صغيرا أو يكاد يكون غير ملموس، فإن السحب لا يزال مستمراً في مياه المحيط. ومما يبدو غريبا أن طول الأيام مازال مستمراً في الزيادة، بالرغم من أن هذه النسبة طفيفة وتقدر بثانية واحدة فقط كل ١٠٠,٠٠٠ سنة أي أنه بعد مرور خمسين ألف مليون سنة من الآن– هذا لو ظلت الأرض والقمر موجودين– ستكون المسافة بينهما ٣٤٠,٠٠٠ ميل، بينما سيصبح طول اليوم حينئذ ٤٧ مثلا ليومنا الحالي.

وكانت الأرض منذ ٥٠٠ مليون سنة– عندما ظهرت في البحار أول الكائنات الحية المعروفة لدينا– مكانا غريبا حقا إذا حكما عليها بمقنناتنا الحاضرة. ولم تكن المحيطات وقتئذ دافئة فقط بل كانت ملوحتها أقل بكثير من محيطاتنا الحديثة، إذ أن معظم الأملاح الذائبة في مياه البحار والمحيطات يرجع أصلها إلى اليابسة، وسبب ذلك أن المياه تعمل على تعرية القارات، ثم تجرف في طريقها هذه المواد– بما فيها الأملاح– إلى أعماق المحيطات ثم تترسب هذه المواد بينما تبقى الأملاح ذائبة في الماء، ومن الواضح أن هذه العملية تدريجية بطبيعتها، أما الهواء في تلك الأزمنة السحيقة فلم يكن مماثلا للهواء المعهود لدينا في الوقت الحاضر، إذ كان غنيا إلى درجة كبيرة بغاز ثاني أكسيد الكربون، وهو، وإن لم يكن في الواقع ساما، إلا أنه لا يمكن لإنسان أو لحيوان أن يتنفسه. وتأخذ النباتات غاز ثاني أكسيد الكربون ثم تحلله

تاركة غاز الأكسجين، ولذا فهناك دورة منتظمة في عالمنا الحديث حيث تأخذ الحيوانات الأكسجين تاركة ثاني أكسيد الكربون، بينما تقوم النباتات بالدور العكسي، ومن هنا تبقى نسبة الأكسجين ثابتة. ولكن لم تكن هناك نباتات برية منذ ٥٠٠ مليون سنة مضت، بل كانت القارات عارية صخرية بركانية، ولم تكن هناك أية وسيلة للتخلص من ثاني أكسيد الكربون الزائد.

وأخيرا عندما بدأت الحياة كان مسرحها البحار لأنها كانت المكان الوحيد الذي لم يكن معاديا تماما لاستقبالها بينما كانت الأرض على النقيض من هذا لا تصلح للمعيشة. وكانت قصة الطبيعة العظيمة في فجرها، بادئة بكائنات بحرية دقيقة لتنتهي بالإنسان أعظم مخلوقات الأرض قاطبة.

الباب الثالث

سجل الصخور

عندما نفكر في صخر فإننا نتصور كتلة من مادة صلدة مثل الجرانيت أو الحجر الجيري، ومع ذلك فالجيولوجيون يستعملون هذا اللفظ– صخر– في معان أوسع من هذا، فمما لا شك فيه أن الجرانيت والحجر الجيري يدخلان ضمن الصخور، ولكن الطين صخر كذلك. وعموما فالأوكسجين والسيليكون أكثر العناصر انتشاراً في القشرة الأرضية، إذ يكون الاثنان معاً أكثر من ٨٠% من المادة الصخرية، ولما كانت الصخور تضع في أيدينا أقوى الوسائل لمعرفة تاريخ الأرض، فلا مانع إذن من بذل القليل من الوقت في مناقشة هذا الموضوع، وتنقسم الصخور إلى ثلاثة أنواع رئيسية:

أولا : الصخور النارية Igneous Rocsks:

وقد اشتقت من لفظ لاتيني Ignis ومعناه "النار" والصخور النارية كما توحي هذه التسمية، بركانية الأصل، وإن كانت تتكون في الحقيقة من برودة الصهير وكثيراً ما تحمل من علامات تدل على سابق ارتفاع حرارتها. وعلى ذلك فهي تمثل أول صخور ظهرت في هذه الحالة في الأيام الأولى للأرض. ويعتبر البازلت من الصخور النارية الأصلية.

ثانياً: الصخور الرسوبية Sedimentary Rocks:

ويتكون هذا النوع من الصخور من تفتت الصخور النارية بواسطة العوامل الطبيعية كالرياح والمياه، وتنتقل الحبيبات الصغيرة أو الجزيئات ثم تتراكم على شكل رواسب، وعندما تحمل هذه المواد إلى البحر، فإن الأملاح الموجودة فيها تذوب في مياهه بينما تترسب المواد غير القابلة للذوبان كالرمل والزلط في قاعة المحيطات، وبهذه الطريقة تتكون طبقات سميكة من الصخور الرسوبية. ويعتبر الطين والحجر الجيري من الأمثال الطيبة لهذا النوع من الصخور.

ثالثاً: الصخور المتحولة Metamorphic Rocks:

واسم هذه الصخور مشتق من كلمة قديمة معناها التحول. ومن المعروف أن الحرارة والضغط لهما القدرة على تغيير أي مادة تغييراً كليا لدرجة لا يمكن التعرف عليها، ومثال ذلك الطوب الأحمر فهو يصنع من الطين على هذا النحو. وعندما تتعرض الصخور النارية أو الرسوبية لدرجة حرارة عالية أو ضغط كبير أو لكليهما معا، فإنها تتغير بعنف إلى صخور متحولة كالمادة الصفحية المعروفة بالشيست مثلا.

ولما كنا بصدد هذا الموضوع، وجب علينا أن نضيف اصطلاحين آخرين كثيراً ما يستخدمها الجيولوجيون.. وهما الجرانيت والبازلت، وكلاهما من الصخور النارية، ويحتويان على كمية كبيرة من السيليكون الذي يعتبر أحد المكونات الرئيسية للرمال، ولكن الجرانيت يحوي

علاوة على ذلك كمية متوسطة من الألومنيوم، بينما تتضاءل هذه الكمية كثيراً في البازلت حيث يوجد الماغنسيوم بديلا عن الألومنيوم.

ويمكن اعتبار القشرة الأرضية مكونة من سلسلة من الطبقات، الطبقة السفلى منها مكونة من مادة بازلتية يطلق عليها اسم سيما (سيليكون وماغنيسوم) تعلوها طبقة أقل انتظاما من السيال نسبة إلى السيليكون والألومنيوم.

وتتكون الكتل الأرضية أساسا من السيال، ويعتقد البعض أن السيال كانت تغطي سطح الكرة الأرضية جميعه في بادئ الأمر، ولكن تكسرت نحو نهاية فترة البرودة (برودة الأرض) إلى كتل غير منتظمة. ويبدو أن المحيط الهادي وهو أكبر المحيطات لا يوجد بقاعه طبقة سيال على الإطلاق. وكان يظن إلى وقت قريب أن هذا يرجع إلى انفصال القمر، الذي تقل كثافته عن الأرض، وعلى هذا فمن المحتمل أن يكون القمر في جله مكونا من السيال. ولكننا الآن جد متأكدين من أن الأرض والقمر لم يكونا جسما واحداً قط. ولذا وجب إيجاد تفسير لعدم وجود السيال تحت مياه المحيط الهادي.

والصخور، في حد ذاتها، تلقي ضوءاً بسيطا على عمرها إلا إذا احتوت على مادة معينة مثل اليورانيوم. ولحسن الحظ، فإن الصخور تحوي عادة بقايا أو حفريات لكائنات كانت تعيش فيما مضى، وقد أدت دراسة هذه الحفريات إلى إنارة الطريق أمام الجيولوجيين لبناء التاريخ

الدقيق للأزمنة الماضية. ويجب ألا نتوقع أنه إذا كسرنا صخرة عمرها ملايين السنين فسوف نعثر في داخلها على حيوان أو نبات كامل. فاللحم والمواد الطرية تتحلل تاركة وراءها الهياكل العظيمة فقط، ولكن دراسة الحفريات أو علم الباليانتولوجيا لا يسوءه ذلك إلا قليلا. وتنقسم الحفريات إلى ثلاثة أنواع رئيسية:

١- بقايا الهيكل الأصلي.

٢- بقايا هياكل حيث حلت بعض المعادن محل الهياكل الأصلية، وتحتفظ هذه في بعض الأحيان بتركيبها الداخلي مثل الخشب المتحجر.

٣- وأخيراً بقايا أقل وضوحا مثل آثار أقدام كائنات انقرضت من زمن بعيد، محفوظة كأثر قدم لشخص خطا على خرسانة طرية.

وإذا كانت الأرض مكانا هادئا لكان من السهل الحصول على تاريخها كاملا منذ ظهرت أول المخلوقات التي انقرضت وتركها حفرياتها، ولكانت طبقات الصخور السفلى هي الأقدم عمراً كما أنها تحوي أقدم المخلوقات في نفس الوقت، وبالتالي سنجد سلسلة منتظمة من الطبقات مبتدئة بأقدم الطبقات، ومنتهية بأحدثها. ولكن الأرض لسوء الحظ بعيدة كل البعد عن الاستقرار، إذ حدث في قشرتها كثير من الاضطرابات، فقد ارتفعت مساحات جبلية ثم تآكلت ببطء بعد ذلك، أما البحار فقد غمرت مساحات شاسعة كانت يابسة فيما قبل، وهكذا فقد تتغير أشكال قارات بأكملها على مر الأزمنة. ويمكننا أن نرى هذا جاريا على نطاق

صغير في أيامنا الحالية. فمنذ قرون مضت كانت هناك مدينة على جانب كبير من الأهمية تسمى رافنزيور في مقاطعة يوركشير– وهي في المكان الذي نزل فيه هنري بولينجبروك عام ١٣٩٩، ولا يوجد لهذه المدينة القديمة أي أثر الآن، إذ زحف عليها البحر فغرقت تحت مياهه. ومن ناحية أخرى، فإن البحر ينحسر عن أماكن أخرى، فعلى مقربة من رومني بكنت يمكننا ملاحظة الفنارات التي كانت تقع في يوم ما على الساحل، ولكنها قد بعدت الآن كثيراً عن الشاطئ وفقدت قيمتها في إرشاد السفن تبعا لذلك، أما انجلترا نفسها فقد كانت متصلة بأوروبا منذ آلاف السنين، ويمكننا أن نضيف إلى ذلك أن الأراضي والبحار في عهد الزواحف الضخمة تختلف اختلافا كليا عنها في أيامنا هذه.

وإذا بردت قشرة تفاحة دافئة فإنها تتغضن مكونة طيات، كذلك عندما بردت الأرض تقلص باطنها مبتعداً عن القشرة الآخذة في الصلابة، وأصبحت القشرة واسعة بالنسبة للباطن فأخذت تنهال بعضها على بعض مكونة السلاسل الجبلية. وبالإضافة إلى ذلك فقد كانت هناك قوى أخرى تعمل وإن كانت هذه العملية كلها لم تكتمل في الحقيقة حتى الآن.

كل هذا يحدث في بطء وجلال، إذ لا يمكن لسلسلة جبلية أن تتكون في خمس دقائق، بل إنها تستغرق ملايين السنين، ولكن ظهورها على أية حال يحدث بلبلة في سجل الصخور، ونفقد بعض أجزاء قصة الأرض كلية.

وإذا أخذنا كتابا كبيراً، وقطعنا جميع صفحاته وحذفنا أرقامها ثم خلطنا الصفحات بعضها ببعض فإننا سنجد صعوبة كبيرة في إعادة ترتيب هذا الكتاب إلى حالته الأولى، وعلى الأخص إذا كانت بعض الصفحات، ناهيك عن أبواب، باهتة يصعب قراءتها. وهذا ما يجب على الجيولوجي أن يقوم به حيال "كتاب الصخور" وإذا عرفنا الملابسات والظروف السالفة فإننا نعترف بأنه قام بعمله على خير وجه.

وقد رتب الجيولوجيون هذا الكتاب في خمسة أبواب رئيسية، يغطي كل منها فترة من تاريخ الأرض، وهذه الأبواب مرتبة كالآتي مبتدئة من الأقدم إلى الأحدث:

١- حقب ما قبل الكمبري	Precambrian	(ما قبل الحياة)
٢- حقب الحياة القديمة	Palaeozoic	
٣- حقب الحياة المتوسطة	Mesozoic	(عهد الزواحف)
٤- الحقب الثلاثي	Tertiary	(عهد الثدييات)
٥- الحقب الرباعي	Quaternary	(الحياة الحديثة)

وينقسم بالتالي كل باب من هذه الأبواب إلى عدة فقرات فمثلا ينقسم باب حقب الحياة المتوسطة إلى ثلاث فقرات هي العصور التالية بالترتيب، الترياسي Triassic، العصر الجوراوي Jurassic العصر

الطباشيري Cretaceous. وبالرغم من ثقل هذه التسميات في النطق إلا أنها ليست عسيرة التعليم بل من السهل التعود عليها، وقد وضعت قائمة كاملة بالعصور الجيولوجية في آخر الكتاب بالملحق رقم ١.

أما الفقرات فقد قسمت حسب التعبيرين التاليين: "السفلي" و"العلوي". ولنأخذ مثلا الفقرة الترياسية، إذ تنقسم إلى الترياس السفلي الذي يمثل الجمل المبكرة والترياسي العلوي أو الجمل المتأخرة. وهذه التعبيرات أو الاصطلاحات بالذات معقولة بما فيه الكفاية وبما أن الترياس العلوي يعتبر الأحدث، فإن صخوره بحفرياتها يجب أن توجد فوق طبقات الترياس السفلي، وهذا هو المعتاد على الرغم من أن الالتواء والرفع والخفض البطيء للقشرة الأرضية يسبب في بعض الأحيان خللا في هذا الترتيب المنتظم.

وتطبق مثل هذه القاعدة على كتب التاريخ الإنجليزي، فالفترة بين عامي ١٤٨٥ و١٦٠٣، مثلا، تسمى التيودور. وإذا كان لنا الخيار فيمكننا أن نطلق على الفترة التي حكم فيها كل من هنري السابع والثامن بالتيودور السفلي والباقي بالعلوي. ولكن على الرغم من ذلك توجد اختلافات بيِّنة وعلى الأخص في ناحيتين فقد انتهت أسرة اليتودور فجأة في عام ١٦٠٣ على أثر وقوع حادث خاص ألا وهو وفاة الملكة إليزابيث الأولى ولكن العصور الجيولوجية ليست حدودها بمثل هذا الوضوح، إذ يتداخل كل عصر في التالي دون حد قاطع بالإضافة إلى أن المقياس الزمني للتاريخ الانجليزي أصغر كثيرا من مقياس العصور

الجيولوجية إذ تقدر فترة حكم التيودور بمائة سنة وثمان، بينما يقدر طول العصر الترياسي من تاريخ الأرض بحوالي خمسة وعشرين مليون سنة.

ولازلنا نناقش حتى الآن أول الأبواب ألا وهو حقب ما قبل الكمبري، الذي ينقسم بدوره إلى قسمين: الأركيوزوي Archaeozoic والبروتيروزوي Proterozoic.

وقد شغل حقب ما قبل الكمبري فترة من الزمن تقدر بحوالي ألفين وخمسمائة مليون سنة منذ انفصلت الأرض عن أمها الشمس إلى ذلك الوقت الذي قابلنا فيه أول حفرية، ولذا يقدر بخمسة أمثال الأبواب الباقية معا.

ولم نجد أي حفريات تمكننا من قراءة حقب ما قبل الكمبري ولذا نلجأ كثيراً إلى الحدس، وتدلنا الصخور نفسها على أننا نسلك الطريق السوي، فعندما بدأ هذا الحقب كانت الأرض كتلة نارية ملتهبة، وعند نهايته أي منذ حوالي خمسمائة وعشرين مليون سنة تكون لها سطح جامد به أراض ومحيطات وبراكين ثائرة. وقد وجدت أقدم الصخور في جزر الهبرديز حول خليج هدسون وكذا في بعض أجزاء فنلندة ويرجع تاريخها إلى ما قبل الكمبري. وهناك احتمال في أنها بقايا تآكل جبال شاهقة كانت موجودة في يوم من الأيام في هذه المناطق وقد حدثت على الأقل تسع حركات أرضية ضخمة في حقب ما قبل الكمبري، كما

اختلفت درجات الحرارة، فبعد البرودة الأولى تعرضت الأرض لفترة شديدة الحرارة تعاقبت مع فترات باردة أقل عدداً.

وأقدم صخور حاوية لحفريات في حالة جيدة يقدر عمرها بحوالي خمسمائة وعشرين مليون سنة، ولذا تعتبر العلامة المميزة لانتهاء حقب ما قبل الكمبري. أما وقد قرأنا فهرس الكتاب فإننا على استعداد لترجمة البقية الباقية منه، ولنتتبع تاريخ الأرض خلال عهودها المختلفة إلى وقتنا الحالي، وهي في الحقيقة قصة خلابة تأخذ بالألباب، فأول ما يقابلنا مخلوقات بحرية دقيقة ثم الأسماك وتليها أول البرمائيات التي زحفت على الأرض ثم تطورت بالتدريج إلى زواحف ثم ازدادت الزواحف وعظم شأنها حتى تحكمت في الأرض زواحف مهولة تتضاءل بجانبها الفيلة الحالية. ثم انقرضت الزواحف المهولة لتحل محلها الطيور والثدييات، وأخيرا.. ظهر الإنسان، بينما كان البحر طوال هذا الوقت يتقدم ويتراجع والجبال الجديدة تتكون وتظهر بينما تتغير صورة الأرض كلها بتتابع الأزمان. ولم تنته القصة بعد... فلازال هناك العديد من أبواب هذا الكتاب العظيم الذي لم يكتب بعد.

الباب الرابع

بداية الحياة

يعتبر حقب ما قبل الكمبري مقدمة لكتاب الطبيعة ثم يتبع ذلك الكتاب نفسه مبتدئا بحقب الحياة القديمة Palaeozoic وأول قسم منه وهو حقب الحياة القديمة السفلى الذي يبدأ بعصر الكمبري وأول الكائنات المعروفة.

وقد اشتقت هذه التسمية من كمبريا وهو الاسم الروماني القديم لويلز، حيث أمكن التعرف على الصخور القديمة لهذا العصر. وقد استغرق العصر الكمبري حوالي مائة مليون سنة مبتدئا منذ ٥٢٠ مليون سنة ثم انتهى من ٤٢٠ مليون سنة مضت، وقد كان التطور خلاله يسير ببطء على وتيرة واحدة.

ومن الطبيعي، أن نجد صعوبة بالغة في رسم خريطة العالم في تلك الأزمنة. فسجل الصخور متقطع ومختلط بعضه ببعض، علاوة على أن الكثير من أجزائه مفقود فقدا تاما وعلى كل فلنحاول ما وسعتنا المحاولة، ويبدو مؤكدا أن قارة كبيرة أطلق عليها اسم جوندوانا لاند كانت موجودة على جانبي خط الاستواء في المنطقة التي تشغلها الآن إفريقيا وأمريكا الجنوبية وجنوب المحيط الأطلنطي.

وكان يحيط هذه القارة من الجنوب بحر الاسترال، ومن الشمال بحر البوسيدون الذي كان يغمر الجزء الذي تشغله بريطانيا حاليا، ويحدها من الغرب بحر الردليشيا. أما المحيط الهادي وهو أكبر المحيطات الحاضرة فقد كان في حيز الوجود فعلا في العصر الكمبري وهناك في الحقيقة أجزاء عديدة من المحيط الهادي التي يبدو أنها لم تكن أرضا يابسة في يوم من الأيام، لذلك يمكن اعتباره في مفهوم خاص أقدم المحيطات قاطبة. ومن المحتمل أن يكون ذلك مرتبطا بعدم وجود طبقة من السيال مغطية لقاعه، ونظرية انفصال القمر من هذا المكان بالذات يمكن أن تفسر هذا الموضوع، وقد أسف كثير من الجيولوجيين عندما ثبت خطأ هذه النظرية.

وجوندوانا لاند كانت بالضرورة قارة موحشة مفزعة، إذ لم يكن بها نباتات أو حيوانات، وقد كانت الحيوانات حتى الزواحف منها حلما بعيد المنال. وهناك احتمال في أن الصحاري كانت تشغل الجزء الأكبر من هذه القارة، بالرغم من عدم وجود الوسائل التي تؤيد هذا بالدليل القاطع. وعلى كل، فقد بقى بها براكين كثيرة بينما أخذت الرياح العاتية والعواصف الشديدة تلهب ظهر هذه الأراضي العارية ومياه البحار تضرب الشواطئ دون توقف.

أما البحار فيحتمل أنها كانت ضحلة نوعا ما، كما كانت أوسع انتشارا من بحار حقب ما قبل الكمبري. وبمرور السنين ترسب الرمل والطين الأسود على قاع المحيطات مؤديا إلى هبوطها، ثم تماسك الرمل

والطمي تدريجياً ليكوّن مواد جديدة مثل الأردواز، واستمرت هذه العملية على هذا المنوال ملايين السنين. ويبدو أن البحار كانت دافئة أيضا، ولم نتوصل إلى معرفة هذا من الصخور نفسها، بل من دراسة بقايا تعكس أثر المياه الدافئة وجدت في أماكن متباعدة مثل جرينلاند والقارة القطبية الجنوبية، والتي تبين لنا أن حرارة المحيطات في العصر الكمبري أكانت أكثر ارتفاعات عنها في الوقت الحاضر.

وليس من الصواب القول بأن الحياة بدأت في العصر الكمبري. فمما لا شك فيه أنها ظهرت قبل ذلك، فعندما جاء العصر الكمبري كانت هناك فعلا نباتات كثيرة نخص منها بالذات الأعشاب البحرية وكذلك بعض أنواع الكائنات البحرية الصغيرة ولكن إذا أمكننا أن نخمن متى بدأت الحياة على وجه التقريب، فإنه ليست لدينا فكرة صحيحة عن كيفية بدئها. والحق يقال أن ما نعرفه عن "الحياة" قليل جدا حتى أيامنا الحالية، كما أنه لا يمكننا أن نصنع الحياة لأنفسنا بالرغم من أننا لسوء الحظ قادرون على إفنائها بسهولة تدعو إلى الفزع! ومع ذلك، فنحن نعرف تماما أن المادة الحية ترتكز في تكوينها على عنصر معين هو "الكربون" ونظرا للأهمية البالغة لهذا الموضوع فإنه يستحق مناقشته بالتفصيل فيما بعد.

وتتكون المادة مهما كان نوعها من وحدات متناهية في الصغر تسمى بالذرات، وهي غاية في الدقة لدرجة لا يمكن رؤيتها تحت أقوى الميكروسكوبات الموجودة أو التي يحتمل أن تخترع مهما كانت قوة

تكبيرها. ولكن بالرغم من عدم قدرتنا على دراسة كل ذرة على حدة إلا أنه يمكننا معرفة الكثير عن سلوكها. ويوجد من الذرات ٩٣ نوعا طبيعيا فقط، وكل المواد الموجودة في الكون من النجوم إلى الكواكب.. حتى الإنسان.. ودبابيس الرسم ما هي جميعا إلا تركيبات مختلفة لهذه العناصر، وتكوّن هذه العناصر سلسلة كاملة، فليس هناك إذن أية فرصة يمكنها أن تؤدي إلى عدم اكتشاف أي منها. وهناك وجه للمقارنة بينها وبين الأرقام العادية، فمثلا، إذا حاولنا وضع رقم صحيح بين ٧، ٨ فسوف نفشل لا محالة، ويرجع ذلك بكل بساطة إلى عدم وجود مكان له. وبالمثل كذلك لا نجد مكانا لإضافة أي عنصر جديد بين هذه السلسلة ابتداء من العنصر رقم (١) إلى العنصر رقم (٩٢). وإحقاقا للحق، فإن علينا أن نضيف أنه أمكن استحداث القليل من العناصر في المعمل خلال السنوات القليلة الماضية ولكن أرقامها تلت الرقم ٩٢ أي ٩٣، ٩٤. وهكذا، وجميعها غير ثابتة إذ تتحلل أسرع من اليورانيوم نفسه، ولذلك فإن اكتشافها في الطبيعة بعيد الاحتمال.

ويبدو غريبا أن نعلم أن جميع العوالم مكونة من هذا العدد القليل من العناصر، ولكن هناك العديد من أمثال هذه الحالات في حياتنا اليومية. فمثلا، تتكون الآلاف المؤلفة من كلمات اللغة الانجليزية من تنظيمات مختلفة لستة وعشرين حرفا، وكل الألحان الموسيقية التي تسمعها تتكون أساسا من الحركات الموسيقية الثمانية للسلم الموسيقي، وبعض الماد مثل الرصاص والذهب والسيليكون والكربون كل منها عبارة عن عنصر واحد أما الملح والماء، فليسا كذلك، فالملح يتكوّن من

اتحاد الصوديوم والكلور وكلاهما عنصر، وبالمثل الماء، الذي يعلم الجميع أنه مكوّن من الإيدروجين والأكسوجين باتحاد ذرتين من الأول بذرة من الثاني لتكوّن ذرة مجمعة واحدة أو جزيء من الماء.

ويعتبر الكربون أكثر العناصر فاعلية في بناء الجزيئات، ولذراته قدرة كبيرة على الاتحاد بغيره من المواد لتكوّن مجموعات معقدة وكبيرة نسبياً، وهذه المجموعات بالذات هي التي تحتاج إليها المادة الحية، فكل شيء حي سواء كان فيلا أو إنسانا أو كائنا بحريا من كائنات عصر الكمبري أساسه الكربون ولا تقع على غيره من العناصر هذه المسئولية الجسيمة.

وطبقا لما جاء به بعض العلماء مثل الأستاذ الروسي أ. ي. أوبارين فإن المياه الدافئة بالمحيطات القديمة كانت تحوي مركبات كربونية بسيطة في محاليلها، وبمرور الوقت أصبحت هذه المركبات أكثر تعقيدا عن ذي قبل، حتى تحولت في النهاية إلى مادة حية. ومن المحتمل أن يكون أوبارين على صواب. ولكن نظريته، بالطبع لم تفسر الحياة، فمازلنا لا نعلم كيف تحولت هذه المركبات الكربونية من مادة غير حية إلى مادة حية. ومع هذا، فلم تتقدم عقولنا حتى هذه اللحظة بما يكفي لتفسير هذا السر، وبالتالي لا نرى داعيا للاطراد في مناقشة هذا الموضوع، وكل ما يمكننا أن نقطع به أن الحياة بدأت في البحر في أحد الأوقات بحقب ما قبل الكمبري.

وقد بدأت الحياة في البحر لأنه أنسب الأماكن لها، وبالطبع، تظهر الحياة أينما تتهيأ الظروف المناسبة لاستقبالها، ويؤيد علم الفلك هذه الفكرة، إذ يبدو أن كوكب المريخ، الذي لا يبدو معاديا للحياة بشكل يبعث على اليأس، يحوي أرضا خضراء ممتدة رسخت فيها أقدام النبات، ولكن أراضي الكمبري على كوكبنا هذا لم تكن مستعدة بعد، وكان لابد من انسلاخ مائة مليون سنة قبل أن تبدأ النباتات زحفها في البحر إلى البر.

وفي الحقيقة، كانت معظم الكائنات الموجودة بمحيطات عصر الكمبري من النوع الدنيء، فكان هناك الأسفنج وقناديل البحر ونجوم البحر والمحاريات والديدان، وبعضها لم يكن مشابها للأنواع الموجودة الآن، وكان معظمها ذا جسد رخو لم يترك بقايا صلدة يمكن أن توجد فيما بعد على شكل حفريات، ولكن هذا لم يمنع من اكتشاف بعض آثار الديدان وقناديل البحر مطبوعة في أماكن متفرقة على صخور الكمبري، وهذه الآثار تعتبر حفريات من النوع الثالث غير المباشر. أما أكثر مخلوقات هذا العصر تقدما فكانت تشبه السرطان البحري بعض الشيء وتسمى بالترايلوبيت التي استمرت في الوجود منذ ظهورها حتى اندثرت منذ ٢٠٠ مليون سنة مضت دون أن تترك سلالات (ويعتبر هذا التاريخ حديثا بالنسبة للمقياس الزمني الجيولوجي).

وهناك احتمال في أنها– أي الترايلوبيت– سليلة مخلوقات شبيهة بالديدان، ولكنها تعتبر في رتبة أرقى بكثير من سالفتها، وقد بلغ طول

الكبير منها عدة أقدام، وبالرغم من أن بعضها بلغ طوله بوصة أو بوصتين وأما الصغيرة فقد بلغت حجم رأس دبوس. وتملك الترايلوبيت أرجلا عديدة وهي في ذلك تشبه المئينية وهي نوع من الحشرات له ١٠٠ قدم، بينما توجد العيون في أعلى الرأس، ويدلنا هذا على أنها قضت معظم حياتها في قاع البحار مستخدمة أرجلها بالطريقة المعتادة ناظرة إلى أعلى لتبحث عن غذائها. أما أقدامها فإنها تتشعب تشعبا عجيبا، فإذا ما بدأت في استخدام أرجلها فإنها ترتفع عن قاع البحر ثم تنزلق في الماء بينما تكفي ضربة صغيرة لتحملها بعيدا عن أي عدو يحتمل ظهوره.

وفي الحقيقة، فإن الأخطار كانت قليلة في تلك الأيام السحيقة فالمخلوقات الضخمة التي تميز البحار التالية مثل الزواحف وسمك القرش لم تكن قد ظهرت بعد. وكانت الترايلوبيت سيدة العالم في هذا الوقت، ولذا عمرت طوال العصر الكمبري. وأخيرا انقرضت بعد مضي مائتي مليون سنة، وكان انقراضها تدريجيا بالطبع مثل أي شيء آخر في الجيولوجيا، ولكنها اختفت تماما بانتهاء حقب الحياة القديمة.

وقد انتشرت الجرابتوليت كذلك في بحار الكمبري، وتعتبر أقل كثيرا في رقيها من الترايلوبيت. وتتكون الجرابتوليت من مستعمرات من كائنات دقيقة مغلفة بشبكة قرنية تتدلى قرب سطح البحر. ومن الطبيعي، أن تجرف التيارات البحرية مستعمرات الجرايتوليت إلى كل مكان، وقد انتشرت تبعا لذلك في جميع المحيطات.

ومنذ أكثر من أربعمائة مليون سنة خلت، بدأت المياه الضحلة الدافئة في الانحسار فتكشفت مساحات جديدة من اليابسة، واستمرت هذه العملية بعض الوقت، وفي النهاية انتشرت البحار مرة أخرى. ونحن نعتبر هذا علامة مميزة لبداية عصر جديد في حقب الحياة القديمة ألا وهو عصر الأوردوفيسي. وقد سمي كذلك نسبة إلى الأوردوفيس وهي إحدى القبائل التي عاشت في هذا الجزء من ويلز حيث درست صخور هذا العصر بدقة لأول مرة وقد استمر الأوردوفيسي لمدة سبعين مليون سنة بين ٤٢٠ و٣٥٠ مليون سنة مضت، ولذا فهو أقصر كثيرا من الكمبري.

وعلى العموم فليس هناك اختلاف كبير بين عصر الكمبري والأوردوفيسي على الرغم من أن الحياة في البحر كانت دائمة التطور في ذلك الوقت. وكانت الأراضي لا تزال صخرية عارية مليئة بكثير من الثورات البركانية مثلما كان عليه الحال في المنطقة التي تشغلها ويلز حاليا. ويبدو أن مناخ الأرض كان دافئا معتدلا، بالرغم من تأكدنا من وجود بعض القلنسوات أو القمم الجليدية في بعض المناطق المتفرقة هنا وهناك خصوصا في المكان الذي تشغله النرويج الآن.

أما الحياة النباتية فقد كانت لا تتعدى الأعشاب البحرية، بينما ظلت الترايلوبيت سيدة العالم، كما ازدهر الأسفنج والمرجان والحلزونات البحرية في المياه الصافية الدافئة وقد صاحبها كذلك الأجداد الدنيئة لام الحبر والإخطبوط المعهودين ثم حدث تطور هام في نهاية العصر

الأوردوفيسي فقد ظهرت لأول مرة حيوانات فقارية، وإن لم تكن هذه الأسماك الحقيقية إلا أنها على الأقل أرقى من شبيهة السرطانات البحرية– الترايلوبيت.

وبهذا انسلخ أكثر من ألف مليون سنة قبل أن تبدأ الحياة في العمل الجدي فتتطور إلى أول المخلوقات الفقارية ولكن تقدمها التالي كان أسرع من هذا بكثير فمنذ ثلاثمائة وخمسين مليون عام– عندما انتهى العصر الأوردوفيسي– كانت خشبة المسرح معدة لأحداث الفصل التالي من قصة الطبيعة.

الباب الخامس

عهد الأسماك

ناقشنا فيما سبق عصوراً عمرت كثيراً جداً، إذ استمر حقب ما قبل الكمبري وحده أكثر من ألفين وخمسمائة مليون سنة، بينما استغرق الكمبري مائة مليون سنة والأوردوفيسي سبعين مليون سنة. ومع ذلك، فنظراً لما حدث من تطور الحياة السريع بعد ذلك فقد قسم الجيولوجيون بقية الزمن إلى عصر أقصر، فالعصر التالي الذي يطلق عليه السيلوري Silurian– نسبة إلى قبيلة السيلور التي عاشت يوما ما في هذا الجزء من ويلز حيث درست صخور هذا العصر لأول مرة– لبث ثلاثين مليون سنة فقط وانتهى بذلك منذ ثلاثمائة وعشرين مليون سنة مضت.

ولا نعرف سببا معينا يوضح سر اقتران أسماء العصور الثلاثة الأولى بويلز سوى أن صخور ويلز بالذات قديمة ومازالت محفوظة في حالة جيدة أما العصر الرابع فقد سمي بالديفوني نسبة إلى مقاطعة ديفون بينما يبدو اشتقاق باقي أسماء العصور أقل وضوحا.

ويعتبر العصر السيلوري إلى حد ما امتدادا للعصر الأوردوفيسي وقد بدأ بحركات أرضية عنيفة وانتهى بعهد لتكوين الجبال، ولكنه كان

فيما عدا ذلك عصرا هادئا في غالبية مدته التي تقدر بثلاثين مليون سنة بغض النظر عن وجود قليل من النشاط البركاني. ويبدو كما لو كانت الأرض قد فقدت طاقتها الأولى، ثم أخذت بعد ذلك تستجمع قواها لاضطرابات ضخمة مقبلة. وقد كان مناخ العصر السيلوري دافئا باعتدال، وبذلك أصبحت البحار أكثر ملاءمة لتقدم الحياة بينما بدأت اليابسة في إظهار شعورها بالود نحو الحياة ولذا فلا يجب أن ندهش إذا علمنا أن النباتات الأولى هجرت الحياة في الماء إلى الأبد في العصر السيلوري لتبدأ حياة جديدة في الهواء الطلق.

ولم تكن نباتات السيلوري السفلي سوى أعشاب بحرية، ولكن النباتات لها القدرة على تحوير نفسها بما يلائم البيئة التي تحيط بها، وعليه فلابد وأن تكون الأعشاب البحرية قد نمت في المياه الضحلة قرب حافة المحيطات أولا حيث ظلت غير مغطاة بالماء لساعات عديدة أثناء الجزر، وفي النهاية تعلمت كيف تدبر حياتها دون أن تكون مغطاة بالماء على الإطلاق. ومرة أخرى حدث هذا التغيير تدريجيا، ولا يمكننا أن نحدد بالضبط متى أو كيف بدأ؟ ولكن في نهاية العصر السيلوري عم انتشار النباتات على وجه الأرض وعلى الأخص بالقرب من السواحل وربما كان الجزء الداخلي في قارة جوندوانا لاند الفسيحة المفزعة لا يزال قحلا في ذلك الوقت ولكن المسألة لم تكن لتحتاج إلا لعامل الزمن فقط لكي تنتشر النباتات في كل مكان ممهدة بذلك الطريق لمملكة الحيوان لتأخذ دورها على مسرح الحياة.

وعلاوة على ذلك، فإن نمو النباتات على هذا الوجه قد أثّر كثيراً على هواء الأرض. فقد سبق أن أوضحنا في الأبواب الأولى من هذا الكتاب، أن الهواء الناتج من الثورات البركانية إبان حقب ما قبل الكمبري كان غنياً بثاني أكسيد الكربون، ذلك الغاز الثقيل الذي لا يصلح للتنفس والذي انطلق بكميات وفيرة من البراكين. والحقيقة الثابتة أن النباتات تمتص غاز ثاني أكسيد الكربون وتحلله، فجزيء ثاني أكسيد الكربون يتكون من ذرة من الكربون متحدة بذرتين من الأكسجين، وتستخدم النباتات الكربون لصالحها تاركة غاز الأكسجين الحر.

وقد نتج معظم الأكسجين الموجود في هوائنا الحالي بهذه الطريقة ولكن هذه العملية لم تبدأ إلا عندما ثبتت النباتات البرية أقدامها على سطح الأرض. ولم تكن هناك وسيلة أخرى قبل ذلك للتخلص من ثاني أكسيد الكربون وإطلاق الأكسجين. وعلى ذلك فإن الهواء في بداية العصر السيلوري كان منفرا من وجهة نظرنا، ولكن هذا الوضع أخذ في التحسن بظهور النباتات البرية وتقدمها. وقد استمرت الزيادة في الأكسجين خلال بقية حقب الحياة القديمة، حتى إنه من المحتمل أن يكون الهواء في زمن ظهور الزواحف العظيمة متبايناً عما نعهده في الوقت الحاضر.

وهكذا كان السيلوري عصراً هادئاً تميز بازدهار الحياة النباتية مع القليل من النشاط البركاني، بينما ظل البحر الذي مازال ضحلا صافياً

مرتعاً للحيوانات. وقد استمرت الترايلوبيت في الانتشار، بينما اتخذ بعض منها أشكالا غريبة، فقد أخذت بعض أنواعها تزحف وتحفر في الطين الكثيف بقاع البحار وقد أصيبت هذه بالعمى وعلى الأخص لأن عيونها على أية حال أصبحت عديمة الفائدة لها، أما الأنواع التي فضلت المعيشة فوق القاع فقد ظلت محتفظة بعيونها في أطراف سويقات بارزة. وكانت الجرابتوليت كثيرة العدد أيضاً، ولكنها مع أمثالها من الكائنات الأولى لم تعد تسود العالم بعد، فقد ولى عصرها الذهبي وبدأت أشكال جديدة متقدمة من الحياة تأخذ مكانها في عالم الوجود.

فقد ظهرت– على سبيل المثال– العقارب البحرية أو العرجنيات وهي ذات قرابة بعيدة للعقارب البرية التي ظهرت فيما بعد، ولكنها قضت عمرها تحت سطح الماء، متنفسة عن طريق الخياشيم بدلا من الرئات. وكانت العقارب البحرية تفضل المياه الساحلية الضحلة عن أعماق المحيطات، كما أنها كانت أكثر ضخامة من العقارب الحديثة وقد كان بعضها– في الحقيقة– ضخما، إذ بلغ طوله ثمانية أو تسعة أقدام، كما أنها كانت آكلة لحوم فقد كانت تتغذى على الترايلوبيت وغيرها من المخلوقات الضعيفة التي لا تتمكن من الدفاع عن نفسها. ومن الملاحظ، أن بداية النهاية بالنسبة للترايلوبيت كانت في العصر السيلوري بينما انقرضت الجرابتوليت تماما قبل انتهاء هذا العصر.

ومع ذلك، فلم تتمكن العقارب البحرية من أن تظل سائدة لوقت طويل، فقد أخذت الحيوانات الفقارية في التقدم منذ أول وجودها في

نهاية العصر الأوردوفيسي ثم شنت الحرب على العقارب البحرية مثلما فعلت الأخيرة بالترايلوبيت، ومع هذا، فلم يستمر العصر السيلوري هادئا حتى نهايته، إذ بدأت تحدث حركات أرضية ضخمة مرة أخرى قرب نهاية هذا العصر، ونحن نعتبر هذه الحركات العلامة المميزة لانتهاء حقب الحياة القديمة السفلى.

ويصل عصر بناء الجبال هذا– الذي يعرف بالثورة الكاليدونية Caledonian– بين آخر عصر في حقب الحياة القديمة السفلى أي السيلوري وبين أول عصر في حقب الحياة القديمة العلوي أي الديفوني وعند انتهائه بعد عشرات الملايين من السنين ظلت جوندوانا لاند على ضخامتها، ولكن بحري البوسيدون والريدليشيا اتصل أحدهما بالآخر ليكوّنا محيطا كبيراً ضيقا نسبيا هو التيثز الشهير الذي يمكن تتبع أثره إلى عشرين مليون سنة مضت، وقد تبقى جزء منه ألا وهو البحر الأبيض المتوسط المعهود لدينا.

وقد سارت الثورة الكاليدونية في تدرج، مثلها في ذلك مثل الأحداث الجيولوجية كلها، ومن الخطأ التصور أن الجبال ترتفع فجأة في مثل هذه الثورات حتى أن منطقة منخفضة في يوم ما يمكن أن تصبح أعلى قمة لجبل في الصباح التالي. ولكن الحركات الأرضية التي بدأت في أواخر السيلوري استمرت دون توقف إبان العصر الديفوني الذي بدأ منذ ٣٢٠ مليون سنة وانتهى منذ ٢٧٥ مليون سنة مضت، وحالما يتكون أي جبل تبدأ عوامل التعرية في تآكله مرة أخرى وينتج تبعا لذلك

كميات هائلة من الحصى والرمل والطين. فهناك في غرب انجلترا مثلا تراكمت رواسب تحت سطح الماء عل شكل طين غامق اللون تحول بالضغط فيما بعد إلى اردواز وطين صفحي. وهذا النوع من التكاوين الجيولوجية يظهر جليا في ديفون، ويمكننا أن نفهم جيداً لماذا يسمي العصر الديفوني، في بعض الأحيان، بعصر الحجر الرملي الأحمر القديم Old Red Sandstone.

وعموما، فقد كانت ظروف الديفوني أقل ملاءمة من السيلوري، إذ كانت الأرض حارة، فقد تعرضت معظم البقاع لجو لافح جاف مع فترات قصيرة من الأمطار الموسمية الغزيرة. ومما يحتمل الصدق أيضاً، أن الحركات الأرضية في الديفوني بلغت حداً من العنف لم تشهد له الأرض مثيلا في أي عصر من العصور منذ نهاية حقب ما قبل الكمبري. وهذا النوع من الحركات الأرضية لا يساعد إطلاقا على حفظ الحفريات حفظاً جيداً، ونتج عن هذا أننا لم نستطع قراءة بعض صفحات العصر الديفوني بسهولة.

ومع ذلك فقد كان عصراً ذا أهمية حيوية كبيرة، فقد انتشرت فيه النباتات البرية بسرعة، ولم تعد مرتبطة بنموها حول السواحل بل ملأت جوانب الأرض باذلة قصارى جهدها في تنقية الغلاف الجوي معدة إياه لاستقبال الحيوانات. وقد كانت هذه النباتات، أيضاً، أكثر تعقيداً من أعشاب البحر وهي النباتات البسيطة التي عاشت في العصرين الكمبري والسيلوري.

هذا وقد وصلت بعض النباتات في نهاية العصر الديفوني إلى درجة لا بأس بها من التقدم، وقد كانت هذه في حقيقتها أسلاف السرخسيات والأمسوخيات الموجودة في أيامنا الحالية. أما النباتات المزهرة بما تحمله من زهور يانعة فلم تظهر في الوجود إلا بعد زمن طويل من نهاية حقب الحياة القديمة العلوي. وتبعا لذلك فإن جوندوانا لاند في نهاية العصر الديفوني لم تكن سوى أرض لا جمال فيها ولا ألوان وإن كانت على الرغم من ذلك أحسن بهاء من الأراضي القاحلة والصخور العارية في العصور السالفة

وفي هذه الأثناء كانت التطورات التي تحدث تحت سطح البحر أكثر أهمية فقد انقرضت الجرابتوليت تماما، أما الترايلوبيت فسارت في طريق الفناء، بينما أخذت الحيوانات الفقارية تزداد انتشاراً، وتطورت الأنواع السيلورية الشبيهة بالأسماك سريعاً حسب مقياس الزمن الجيولوجي وسرعان ما تحولت في منتصف العصر الديفوني إلى أسماك حقيقية، تنتقل في جماعات بالمحيطات الكبيرة وكان من بينها سمك القرش، الذي لم يكن يختلف كثيراً عن القرش المعهود لنا حاليا من حيث شكله الظاهري. ولسنا في حاجة إلى القول بأن وفود هذه الكائنات المتوحشة كان بمثابة نذير فناء للحيوانات الأصغر منها مثل العقارب البحرية والترايلوبيت التعيسة المسكينة.

وقد وصفت معظم أسماك العصر الديفوني "بالمدرعات" ويعتبر هذا أنسب وصف لها. فمثلا سمك الكوكوستياس يغطي جسمه تماما

ألواح عظيمة حتى إنه يعتبر طعاما لا يستسيغه أي قرش. ومن ناحية أخرى فإن الحراشيف تغطي سمك الديبنون الموضح بالشكل رقم ٣ مما يجعله يبدو أقل غرابة من النوع السابق، ويتنفس الديبنون عن طريق الرئة كما أن له زعانف يمكنه استخدامها في التحرك خارج حدود مياه البحر حتى إذا صادفه سوء الحظ وانغرس في الطين تمكن في حالات كثيرة من العودة إلى الماء. ويعتبر هذا النوع من الأسماك السلف الحقيقي للحيوانات التي تتنفس الهواء، ويحتمل أن تكون أول الكائنات البرية قد تطورت منه.

وكانت البحار عامرة بالحياة إبان غالبية العصر الديفوني، ولذا سمي بعهد الأسماك. ومع هذا فلم يكن عصر سلام، فقد تعرضت الأرض من حين لآخر لفترات طويلة من الجفاف، وعلى الأخص في نهاية هذا العصر، جفت فيها بعض رقع صغيرة من المسطحات المائية تماماً، وماتت غالبية ما بها من أسماك. وقد قاومت الديبنون ذات الرئات البدائية التي ساعدتها على البقاء بعيداً عن الماء لفترات قصيرة وتدبرت أمرها أفضل من غالبية الأنواع الأخرى كلما أصبحت ظروف الحياة سيئة وصعبة، ولازالت سلالاتها من الأسماك الرئوية موجودة في جنوب أفريقيا واستراليا وأمريكا الجنوبية. وعلاوة على ذلك، فقد كانت أرقى من ذلك تلك الأسماك التي تملك زعانف من نوع معين تحولت في النهاية إلى أرجل حقيقية. أما كيف حدث هذا فسؤال لازالت الإجابة عنه سراً غامضاً من أسرار الحياة لأن سجل الصخور، للأسف، ناقص غير متكامل، كما أن أقدم الكائنات البرية المعروفة كانت تملك فعلا أرجلا

وأقداماً حقيقية ولكن هذا التحول قد تحقق بطريقة أو بأخرى. وكانت الأسماك الديفونية آكلة لحوم، وتعيش على أسماك أخرى ولابد وأنها قد تعلمت بمرور الزمن الزحف في الطين بين البرك المتناثرة بحثا عن الغذاء.

وترتبط حياة الأسماك بالماء، أما الحيوانات البرية فلا يمكنها التنفس تحت سطح المحيط. وحلقة الاتصال بين هاتين الطائفتين تتمثل في نوع من الحيوانات يعرف بالبرمائيات مثل الضفادع والضفادع البرية والنيوطات– أحد أنواع السحالي– المعهودة لنا. ولم تغز البرمائيات اليابسة مطلقا، لأنها ظلت تحافظ على عاداتها القديمة مثل وضع البيض في الماء، وهكذا ظلت إقامتها مرتبطة بالبقاء قرب السواحل، ولكن، كما أن بعض الأسماك تطورت إلى برمائيات، فإن بعض البرمائيات قد تطورت بالمثل إلى أول الزواحف ثم إلى الثدييات. وربما يعتبر أول زحف من البحر إلى الأرض في العصر الديفوني أهم خطوة من خطوات التطور في حكمنا النهائي.

ولم تبق اليابسة حكرا للبرمائيات، وربما تكون الحيوانات ذات القواقع التي تتبع المفصليات "Arthropod"– ذات الاسم الجامد– قد هزمتها في سباق الحياة. والأخيرة بطبيعة الحال ليست من الفقاريات، ومنها تطورت الحشرات الحديثة. وقد ظهرت حشرات بدون أجنحة نحو نهاية العصر الديفوني، وفي هذا الوقت أيضاً نقابل أول العناكب التي

تعتبر أسلافا للعناكب الحديثة المقيتة وإن كانت كائنات مفيدة وواسعة الانتشار في عالمنا الحالي.

ومما لا شك فيه أن البحر الديفوني كان مكانا خلابا، فقد حوى كل أنواع الأعشاب البحرية وكذا الشعاب المرجانية علاوة على كائنات دنيئة جداً كالزنابق البحرية التي تمت بصلة قرابة بعيدة لنجوم البحر. وقد اختلطت الأسماك المدرعة بأسماك القرش البدائية أما الترايلوبيت فلا زالت تحارب في معركة يائسة ضد فنائها المحقق وعلى العكس من ذلك، كانت اليابسة تزدان بالسلام والأمان، ولم تكن القارات لتستحق اهتمامنا أكثر من المحيطات سوى في العصر التالي ألا وهو عصر الغابات الفحمية الكبرى.

الباب السادس

الغابات الفحمية

المعروف عن الكربون أنه أحد الاثنين والتسعين عنصرا الموجودة في الطبيعة، ويعتبر من أهم هذه العناصر لأنه المادة الوحيدة التي تتميز ذرتها بالقدرة التي توصل إلى بناء المادة الحية، ومن الخطأ أن نعتقد أن أهميته مقصورة على النبات والحيوان فقط، فكل من الماسة وقطعة الفحم ما هي إلا كربون في أساسها، إذ يتخذ هذا العنصر في الحقيقة أشكالا عديدة مختلفة.

ويسمى العصر الذي تلا الديفوني بالعصر الكربوني Carboniferous إذ ترسب خلاله جزء كبير من الفحم الذي نستخدمه كوقود في وقتنا الحاضر، وقد استمر هذا العصر خمسة وخمسين مليون سنة، منذ ٢٧٥ إلى ٢٢٠ مليون سنة مضت، وينقسم إلى قسمين: السفلي (٢٧٥ إلى ٢٥٥ مليون سنة مضت) والعلوي (من ٢٥٥ إلى ٢٢٠). وقد سمي العصر الكربوني بعهد البرمائيات كما سبق تسمية العصر الديفوني بعهد الأسماك. ولم تعد الأسماك المدرعة أرقى مخلوقات العالم في ذاك العصر، فقد كانت المخلوقات المحبة للاستطلاع التي زحفت من البحر إلى البر آخذة في الاستيلاء على اليابسة، وما فتئت تزداد جرأة ومخاطرة جيلاً بعد جيل.

وقد تغيرت اليابسة نفسها نتيجة للحركات الأرضية الضخمة التي حدثت زمان الديفوني، أما جوندوانا لاند وكذا المحيط الهادي وبحر الاسترال فكان من الطبيعي أن تظل جميعها في الوجود وأصبح اتصال بحري البوسيدون والردليشيا ليكونا بحر التيثز اتصالا كاملا، وقد امتد التيثز نفسه من المكان الذي تقع فيه نيوفوندلاند حاليا إلى الشرق ليغمر المنطقة التي تشغلها الآن بريطانيا وأسبانيا واليونان وجزء من شمالي أفريقيا، ثم استمر في امتداده عبر آسيا على هيئة شريط ضيق، وكانت توجد إلى الشمال من بحر التيثز الحديثة وجرينلاند ومنطقة خليج هدسون بكندا، والثانية انجارالاند وتغطي المنطقة الغربية الشمالية لآسيا، بينما شغلت قارة رابعة تسمى كاثيزيا المكان الحالي لجزر الهند الشرقية أما القارة المتحدة الجنوبية فكانت قابعة في أقصى الجنوب كما هو عليه الحال الآن.

وعلى العموم فقد كانت اليابسة في العصر الكربوني السفلي، جافة لافحة الحرارة فيما عدا بعض أجزاء لورنتيا وانجارالاند، ولكنه من المؤكد أن داخل قارة جوندوانا لاند الشاسعة كان غير معد بعد لاستقبال الحياة الحيوانية. وقد نمت النباتات وانتشرت وازداد ارتفاعها وكثرت أوراقها على مر الزمن بما يساعد على تطهير الغلاف الجوي من ذلك الغاز الخانق– ثاني أكسيد الكربون. وعلى الرغم من أن البرمائيات كانت تختلف كثيرا عن أسلافها الشبيهة بالأسماك إلا أنها أخذت وقتا طويلا لتتطور وتتقدم، وكان معظمها مخلوقات صغيرة لا يزيد طولها عن قدم واحد ويمثل شكل رقم ٥ منظراً لأحد برمائيات العصر الكربوني ذات

اسم ثقيل هو الاكثيوستيجاليان ولابد وأنها كانت تبدو شبيهة بالسحالي على الرغم مما بينهما من اختلاف بيّن، وقد مضت هذه البرمائية معظم حياتها في الماء حينما كان ذيلها لا يزال يشبه ذيل السمك.

أما بحار العصر الكربوني فلم تكن تختلف كثيراً عن بحار ما سبقها من أزمان، فمازال هناك كثير من المياه الضحلة الصافية التي تحوي جميع أنواع النبات والحياة البحرية، وكانت الزنابق البحرية وفيرة هناك، كما كانت هناك أيضا ثلة باقية من الترايلوبيت، ثم يمكننا أيضا ملاقاة البللورفون أو الحلزون العائم الذي عاش ٥٠ مليون سنة أخرى. كما كان القرش من أشد الأسماك الحقيقية بأسا وخطراً، وأفسحت أنواع كثيرة من الأسماك المدرعة السبيل لأسماك أحدث وهي الأنواع المغطاة بالحراشيف.

ولم يستمر الهدوء الذي تلا الحركات الأرضية الديفونية إلى أجل طويل، فقد بدأت اضطرابات جديدة مرة أخرى منذ ٢٥٥ مليون سنة مضت، وقد أدت هذه إلى تحول البحار الضحلة بالجزء الشمالي من الكرة الأرضية إلى أراض ذات تضاريس منخفضة تنتشر بها المستنقعات.

وقد ظل نصف الكرة الأرضية الشمالي دافئا على العموم حتى أننا وجدنا شعابا مرجانية في الدائرة القطبية قرب سبيتزبرجن الحديثة يرجع تاريخها إلى ذلك العصر، ومن المؤكد أن المنطقة التي تشغلها أوروبا الحديثة كانت في ذلك الوقت ذات مناخ استوائي وهي تلك المنطقة

التي كانت لورنتيا تحتل جزءاً منها بينما يغمر التيثز الجزء الآخر أما في الشمال فإننا نقابل الغابات الفحمية التي خلعت اسمها على العصر كله.

وملخص ما حدث أن النباتات النامية أخذت في الانتشار حتى وصلت إلى مناطق المستنقعات، وبموت هذه النباتات الشاهقة سقطت بقاياها في هذه المستنقعات حيث كونت طبقات نباتية "بينت" الذي ما زال يستعمل كوقود في الأماكن التي لا يوجد فيها ما هو أفضل منه، مثلما يحدث في أيرلندة. ويتكون هذا من مادة نباتية لم يكتمل تعفنها. ومن وقت لآخر، ازداد هبوط أراضي المستنقعات مما سبب غمرها بمياه عذبة أو ملحة وتكونت بحيرة أو بحر داخلي نتيجة لذلك. ثم استمر الترسيب في هذه البحيرة أو البحر كالمعتاد، وغطت الرواسب الناتجة الطبقات النباتية "البيت المدفون" باطراد حتى تحول هذا في النهاية إلى فحم حقيقي.

وليس فيما حدث ما يثير الدهشة، وذلك لأن الحرارة والضغط لهما أثر كبير على أية مادة، ونذكر هنا على سبيل المثال، كيف يتحول الطمي إلى طوب أحمر والصخور البركانية إلى صخور متحولة. وقد توالت عمليات تكوين الفحم مرات عديدة أثناء الخمسة والثلاثين مليون سنة التي قضاها العصر الكربوني العلوي، حتى أصبحت الطبقات في النهاية غاية في الكثافة، وقد بلغ عمق بعض الطبقات الحاملة للفحم في بعض أجزاء بريطانيا، مثلا، عشرة آلاف قدم. ولم يسبق أن جرت بحوث

عن الفحم أو استخراجه من مناجمه سوى في الأزمان الحديثة نسبيا، حيث استخدمنا الفحم الناتج في تدفئة منازلنا وتشغيل آلاتنا.

وقد يصدمنا أحد تلك الخواطر الباعثة على القلق. فقد ترسبت كميات هائلة من الفحم في العصر الكربوني العلوي، كما تكون الفحم أيضا في عصور أخرى، ولكن لو ظللنا نستخرج الفحم بالصورة الحالية فسوف نستنفده في خاتمة المطاف ولا محالة من ذلك. ويجب أن نطمئن إلى أنه ليس هناك خطر من ذلك في الوقت الحاضر لأن الكميات المدفونة من الفحم تسد حاجتنا لعدة آلاف قادمة من السنين. ولكن يبدو أن البشرية سوف تعمر لملايين من السنين، إلا إذا دمرنا أنفسنا بأنفسنا في حرب ذرية، وعلينا أن نواجه مشكلة الفحم إن عاجلا أو آجلا. والجواب الواضح على ذلك أننا سوف نستخدم الطاقة الذرية التي سمعنا عنها كثيرا في أيامنا الحديثة، ولن يكون استخدامها في المستقبل البعيد مفيدا فقط بل سيكون ذلك ضرورة ملحة.

ونظراً لأن نصف احتياطي العالم من الفحم قد تكون في العصر الكربوني العلوي تقريبا فإنه من الواضح أن النباتات كانت متوفرة بكثرة حينئذ، ومن ناحية أخرى فمن المؤكد أن الغابات الفحمية لم تكن تتكون من أشجار حقيقية وهي أرقى الأشكال النباتية إذ لم تكن هذه قد ظهرت في الوجود بعد. فقد تكونت غابات الفحم في الأساس من نبات ذيل الحصان الضخم ولاسرخسيات والطحالب الكبيرة وقد بلغ طول بعضها مائة قدم أو ما يقارب ذلك.

وكانت اللبيدودندرون أي الصنوبريات على وجه التحديد أكثرها انتشارا من غيرها وكانت ترتفع عاليا في السماء ولها جذوع متفرعة كشوكة الطعام وفروعها مغطاة بأوراق ضيقة. وقد نمت نباتات صغيرة في ظلال هذه النباتات العالية مثل الكالاميت الذي يعتبر، في الحقيقة، أحد أسلاف نبات ذيل الحصان المعهود لنا، وقد نمت حتى بلغت ارتفاعا يقدر بعشرين قدما تقريب كما نمت تحت هذه بدورها أسلاف السرخسيات.

ومن الواضح أن غابات الفحم كانت، على العموم، مكانا مظلما موحشا. فلم تكن بها أزهار ملونة لتبهج الأنظار ولا ثمار شهية، لذا بدا كل شيء رماديا أو أخضرا أو بني اللون. ولم تتمكن أشعة الشمس من اختراق طريقها إلى الأرض، وهكذا سيطر الضوء الخافت بظلاله على جوف الغابة، وكان هذا بدوره أكثر إظلاما من أكثف الغابات في عالمنا الحاضر. أما الحشائش فلم يكن لها أثر في الغابات الفحمية، وكانت لا تزال في عالم المستقبل.

ومع هذا، فلم تكن الغابات الفحمية مهجورة بالمعنى المفهوم، فقد تعلمت بعض الحشرات الأولية الطيران، وربما يكون ذلك قد حدث نتيجة تسلقها للنباتات الشبيهة بالأشجار ثم اندفاعها في الهواء بعد ذلك وانزلاقها باستخدام أجنحتها الثابتة التي تبرز من جسدها. وقد ظهرت الحشرات ذات الأجنحة الحقيقية في العصر الكربوني العلوي ولا تختلف هذه كثيراً عن أقرانها في يومنا هذا، وقد شابه بعضها الصراصير

والجراد، وهكذا لم تتطور حياة الحشرات كثيراً خلال المائتي مليون سنة الماضية مما يدعو إلى اغتباط الكثير من البشر.

وكان السرمان Dragon flies أجمل حشرات الغابات الفحمية وأكبر كثيرا من الموجودة حاليا، وقد بلغت طول أجنحة أكبر أنواعها أكثر من قدمين، حين أنها ألقت ظلا من الجمال على هذه الغابات المعتمة وهي تشق طريقها عبر السرخسيات الكثيفة الظليلة.

وهناك حقيقة أخرى يجب أن نتكلم عنها قبل أن نترك مناطق الغابات الفحمية، فقد ازدهرت البرمائيات، بالطبع، طوال ذلك العصر، ولكن، ظهرت قبل نهايته كائنات جديدة. وهذه وإن كانت صغيرة ونادرة إلا أنها اتخذت طابعا جديدا من الحياة فقد كانت تضع بيضها على الأرض لا في البحر، فأصبحت بذلك قادرة على قضاء وقتها كله بعيدة عن الماء، وكانت هذه الكائنات البرية في الحقيقة أولى الزواحف. وقد حكمت سلالاتها العالم إبان المائة والخمسين مليون سنة التالية، بينما أخذت البرمائيات تقل في الأهمية تدريجيا حتى انتهى بها المال إلى أن تصبح كائنات متواضعة مثل الضفادع والضفادع البرية والنيوطات التي نعهدها حاضراً.

وقد حدثت هذه التطورات جميعها في نصف الكرة الشمالي، ومع ذلك، فقد كانت الأوضاع مختلفة تماما في النصف الجنوبي. ولم نتمكن من بحث صخور نصف الكرة الجنوبي ودراستها بدقة لأنها مغطاة بالمياه

حاليا ولذا فإن المعلومات التي لدينا عن هذا الجزء من الأرض غير كاملة، وذلك على العكس من الجزء الشمالي الذي ظهرت صخوره على اليابسة، ولكنه يبدو مع ذلك أن استراليا كانت مسرحا لانفجارات بركانية شديدة في العصر الفحمي الذي كانت فيه، أيضاً، جزءاً من قارة جوندوانا لاند.

ومن المحتمل أن تكون بعض أجزاء أخرى من جوندوانا لاند شديدة البرودة، حيث يبدو أن القلنسوات الجليدية كانت تغطي المناطق الأكثر ارتفاعا. ومن الطريف أن نلاحظ أن الفحم قد تكون بقلة أو حتى لم يتكون على الإطلاق خلال العصر الكربوني العلوي بنصف الكرة الجنوبي، ويتضح من هذا أن النصف الجنوبي كان أكثر برودة من النصف الشمالي.

ونقترب الآن من نهاية الفصل الخاص بحقب الحياة القديمة من كتابنا هذا ولم يبق منه غير عصر واحد فقط وقد سمي هذا بالعصر البرمي Permian لأن صخوره منتشرة بوفرة في الإقليم الروسي المعروف ببرم Perm، وقد استمر هذا العصر ٢٥ مليون سنة أي منذ ٢٢٠ مليون إلى ١٩٥ مليون سنة مضت، وقد تميز بحركات أرضية كبيرة ويعتبر حلقة اتصال بين العهود القديمة والمتوسطة من تاريخ الأرض.

وكان العصر البرمي عصر مناخات قاسية، فقد كانت بعض القارات الشمالية صحراوية في غالبيتها، بينما كانت بعض الأماكن الأخرى لا

تزال رطبة ومليئة بالمستنقعات، وبالتالي استمر تكون الفحم فيها.. أما في الجنوب وعلى الأخص في الجزء الأكبر من جوندوانا لاند فقد تميز هذا العصر بشدة البرودة، والواقع أن الجنوب كان يقاسي عصرا ثلجيا لازالت أسبابه مجهولة إلى الآن، ولكن يبدو أن هضاب جوندوانا لاند العالية كانت مكسوة برقائق متجمدة وكتل ضخمة من الجليد تعرف بالثلاجات.

وقد انفرد هذا العصر بحدثين هامين: أولهما على جانب كبير من الأهمية، ونعني به انتشار الحشرات، وقد أصبحت هذه تشابه أقرانها المعهودة لدينا إلى حد كبير وذلك بالإضافة إلى وفرتها عن ذي قبل. ولو فرضنا أن خنفساء من العصر البرمي ظهرت فجأة في إحدى الحدائق الانجليزية فلن يسبب ذلك أي اضطراب بينما يختلف الأمر تماما لو كان هذا الزائر الغريب أحد زواحف البرمي، التي يبلغ طولها ٩ أقدام مثل الباريزوراس ذات الأطراف الضخمة والرأس الغريبة الشكل.

أما الحدث الثاني فقد تم تحت سطح البحر، إذ استسلمت الترايلوبيت– التي كانت في يوم من الأيام أرقى مخلوقات الأرض جميعا– في النهاية في معركتها اليائسة وانقرضت دون أن تترك أية سلالات.

وبالطبع، لم يشمل هذا الانقراض جميع أنواع الترايلوبيت دفعة واحدة، فقد أخذت تنقرض ببطء خلال عصر الغابات الفحمية، ثم اختفت تماما قبل انتهاء العصر البرمي وإن كانت آثارها ظاهرة في بدايته.

وعلى الرغم من أنه لا يوجد لدينا دليل قاطع على ذلك، إلا أنه من المحتمل أن تكون بعض الترايلوبيت قد تمكنت من تدبير حياتها بعيدا عن الماء الذي صار مكانا غير آمن بالنسبة لها، فهاجرت إلى اليابسة لتطور نفسها تدريجيا إلى بعض أنواع من الحشرات لا يمكن التعرف عليها. ويمكننا أن نفرض أيضا أنها انقرضت لأنها أدت دورها في قصة الطبيعة وانتهت منه.

وعلى كل فقد ولت، ويبدو أن رحيلها كان علامة مميزة لانتهاء العالم القديم.

الباب السابع

الزواحف الضخمة

كان السلام يخيم على القارات حتى نهاية العصور القديمة حقا، باستثناء بعض المعارك التي كانت تجري بطبيعة الحال بين بعض أنواع المخلوقات، ولم تكن البرمائيات ولا زواحف العصر البرمي الصغيرة قد بلغت من القوة مبلغاً يجعلها ذات شأن خطير في ذلك الوقت، ولكن معركة البقاء بلغت قمة الوحشية تحت أسطح البحار.

ولكن الصورة اختلفت تماماً إبان المرحلة التالية من تاريخ الأرض الذي يتضمن حقب الحياة المتوسطة Mesozoic وكانت بعض الكائنات الرهيبة التي ظهرت في هذه الأزمنة خيالية، وتعتبر أشد ما عاش على وجه البسيطة رهبة وبأساً. ويعتبر حقب الحياة المتوسطة بحق عهد الكائنات الرهيبة، تلك الزواحف الضخمة الحمقاء التي سيطرت على العالم في ذلك الوقت.

وعلى الرغم من أن هذه المخلوقات انقرضت منذ أكثر من سبعين مليون سنة، إلا أنها تركت آثارها على شكل حفريات اكتشفت بوفرة، وقد جمع العلماء عدة مئات من هياكلها ودرسوها دراسة وافية حتى إننا لا نعلم شكلها الخارجي فقط، بل نعرف أيضاً طريقة أكلها وسلوكها، وقد

كان بعضها وديعا مسالما مثل الإجوانودون Iguanodon الضخم الذي كان يتغذى على أوراق الأشجار. أما آكلة اللحوم من الدنصورات Dinosaurs فقد كانت أشد الوحوش التي ظهرت على وجه البرية بهيمية وبربرية.

وينقسم حقب الحياة المتوسطة على ثلاثة عصور:

١ – الترياسي Triassic (منذ ١٩٥ إلى ١٧٠ مليون سنة مضت)
٢ – الجوراوي Jurassic (منذ ١٧٠ إلى ١٤٠ مليون سنة مضت)
٣ – الطباشيري Cretaceous (من ١٤٠ إلى ٧٠ مليون سنة مضت)

وقد اشتق الاسم الأول من لفظة لاتينية بمعنى ثلاثة نسبة إلى التقسيم الثلاثي للصخور المتبع في ألمانيا، بينما سمي الجوراوي نسبة إلى جبال جورا Jura حيث تنتشر رواسب جيدة لهذا العصر، أما الطباشيري فقد اشتق من لفظة Creta ومعناها طباشير لأن طبقات الطباشير الكثيفة الموجودة في بريطانيا وغيرها قد ترسبت إبان هذا العصر.

وكان العصر الطباشيري– أطول عصور هذه الحقب– الجنة الحقيقية للزواحف، ومن الصعب تفسير الاختفاء المفاجئ لهذه المخلوقات الرهيبة قرب نهاية هذا العصر. وجدير بالذكر ملاحظة أن مقياسنا الزمني أخذ كله في الإسراع، فقد تحولت الزواحف في حقب الحياة المتوسطة من كائنات زاحفة صغيرة إلى كائنات رهيبة ضخمة ثم

انقرضت. ومع ذلك، فحقب الحياة المتوسطة كلها أقل كثيرا في الطول من عصري الكمبري والأوردوفيسي معا التابعين لحقب الحياة القديمة وهذا يؤيد ما سبق أن قلناه وهو أن الحياة أصبحت تتغير بسرعة أكبر مما كانت عليه الحال في أيامها الأولى.

وقبل أن نصف الزواحف الرهيبة نفسها، علينا أن نقضي بعض دقائق قليلة للنظر إلى ما طرأ على وجه الأرض من تغير. فقد اختفت الثورات البركانية العنيفة والمناخ القاسي تدريجيا في الترياسي أول عصور حقب الحياة المتوسطة، وكانت الأرض حارة وجافة في عمومها، لذا توقفت عمليات تكوين الفحم تقريبا، وقد دعتنا حمرة صخور العصر الترياسي إلى تسميته بعصر الحجر الرملي الأحمر الجديد New Red Sandstone على الرغم من أن هذه التسمية قد سقط استعمالها تقريبا بعكس تسمية "الحجر الرملي الأحمر القديم". ولم تتغير جوندوانا لاند والتيثز والمعالم الأخرى للعالم القديم تغيراً يذكر، بينما كانت البحار دافئة، واختفت تماما جميع الثلاجات. وربما كان العصر الترياسي أهدأ العصور منذ السيلوري الذي سبقه بمائة وخمسين مليون سنة، وهكذا تمكنت الحياة على البر من انتهاز هذه الفرصة الطيبة لتتطور وتسير في طريقها.

وعاد المناخ ليكون أشد بللا مرة أخرى في العصر الترياسي وغمرت البحار الضحلة كثيراً من المنخفضات باليابسة وتعرضت لعوامل التحات مرة أخرى معظم الجبال التي ظهرت على وجه الأرض نتيجة

للاضطرابات الأرضية التي حدثت زمان البرمي بما تسبب في تسوية أسطح القارات وكذا انتشار المستنقعات بها وكانت الثورات البركانية نادرة في نصف الكرة الشمالي، وإن كانت هذه أكثر انتشارا في النصف الجنوبي. وعلى العموم، فقد كان مناخ الكرة الأرضية دافئاً معتدلا ومع ذلك فإن تغيرات ضخمة كانت وشيكة الوقوع، إذ بدأت من التكسر قارة جوندوانا لاند الضخمة التي ظهرت على سطح الأرض منذ تجمدت القشرة الأرضية أول مرة، وربما كان استعمال لفظ التكسر خاطئاً. ويعتقد بعض العلماء أنها انقسمت، فأصبح جزء منها أمريكا الحديثة بينما كون جزؤها الآخر تلك الكتلة من اليابسة التي تتضمن إفريقيا وجنوب أوربا، وعلى العموم فاحتمال تآكلها وتمزقها بفعل عوامل التعرية الخفيفة وما وتلاها من ثورات بركانية أكثر مما سلف، وبانتهاء حقب الحياة المتوسطة اختفت قارة جوندوانا لاند على شكلها القديم.

وقد بدأ هذا التآكل والتمزق، بوضوح في منتصف العصر الجوراوي، ويبدو أن شريطاً ضيقاً من الأرض كان يصل ما بين جوندوانا لاند الحقيقية وامتدادها البعيد– استراليس، وتمثل استراليا الحديثة، وقد غمرت مياه البحر هذا الشريط من اليابسة منذ ما يزيد على سبعين مليون سنة، منذ هذا الوقت ظلت استراليا مستقلة بنفسها كما هو حالها الحاضر. وعلاوة على ذلك، فقد ضاق بحر التيثز عما كان عليه فيما مضى، بينما كانت تلك الكتلة من اليابسة المسماة اطلانطيس تمثل جزءا كبيرا من أمريكا الشمالية الحديثة.

وقد سمع معظم الناس بأطلانطيس، ولكننا نقول هنا، إحقاقا للحق، إن معظم الناس لديهم فكرة خاطئة عنها. وهناك قصص وأساطير مثيرة عن أطلانطيس قديمة تقع في مكان ما بالمحيط عاش فيها أناس يملكون من القوى الخارقة ما مكنهم من تركيب آلات طائرة وما إلى ذلك. وقد وصف الكاتب الإغريقي الكبير أفلاطون، الذي عاش عام ٤٠٠ قبل الميلاد على وجه التقريب، أطلانطيس وأهلها بكثير من التفصيل، ولو أخذنا قصصه على محمل الجد والتصديق فلابد وأن أهل أطلانطيس كانوا شعباً رائعاً حقاً. وتحكي القصص أن زلزالا كبيراً أصاب أطلانطيس في النهاية فقضى عليها تماما واختفت هذه القارة تحت سطح البحر وغرق كل ما كان عليها في ساعات قليلة.

وعلى الرغم من هذه الأقاصيص، يؤكد الجيولوجيون دون أدنى شك أن هذه الأطلانطيس لم تكن موجودة على الإطلاق، ويجب ألا نأخذ ما قاله أفلاطون حرفيا إذ يبدو أنه قد تمادى كثيراً في وصف غرق جزيرة صغيرة تسمى أطلنطة "Atalantë" وقد حدث ذلك عندما كان صبياً. ويحلو لكثير من الناس أن يعتقدوا في وجود حضارة رائعة منذ ملايين السنين، ولكن ليس هناك أي دليل علمي يؤيد هذا الاعتقاد، بل إن معظم القرائن تدل على عكس ذلك. فقد كان الأطلانطيس الحقيقية مكانا مختلفا تماماً، تعيش فيه الزواحف الضخمة الحمقاء بدلا من الحكماء من الرجال، وكانت أمريكا الشمالية الحديثة جزءاً من أطلانطيس، أما الجزء الآخر فقد اختفى حقيقة تحت مياه المحيط

الأطلنطي، وقد استغرقت هذه العملية الأخيرة ملايين السنين لا يوما وليلة كما حكي الأساطير.

وقد بلغت البحار أقصى اتساع لها في العصر الطباشيري، الذي استمر سبعين مليون سنة أي أكثر من الترياسي والجوراوي معاً، وقد غمرت المحيطات في هذا العصر مساحات شاسعة من الأرض كما لم يحدث من قبل أو من بعد. وقد تكون الطباشير في المناطق التي تعرضت فيها اليابسة لعوامل التعرية. وكانت القارات الشمالية أساساً رطبة وتغلب عليها المستنقعات مما ساعد على ترسيب المزيد من الفحم، أما نصف الكرة الجنوبي فإن الأدلة تشير إلى برودة ظروفه الجوية، وهناك إمكان لتواجد قلنسوة جليدية كبيرة نسبياً في القارة القطبية الجنوبية في ذلك الوقت.

وسنجد الأمر مشوقاً لو ألقينا نظرة فاحصة على الجزر البريطانية كما كانت إبان ذلك الوقت. فقد كانت ايرلندة وويلز وكورنوول ونورفولك وبعض أجزاء نورثامبر لاند وشرقي اسكتلنده، كل هذه الأماكن كانت من الأراضي اليابسة في العصر الجوراوي، أما بقية أجزاء بريطانيا فكانت مغمورة بمياه بحر ضحل. ففي أثناء انتشار المحيطات الضخمة في العصر الطباشيري غمرت البحار بريطانيا فيما عدا بضعة أماكن متناثرة هنا وهناك وخاصة في اسكتلنده، ولم تظهر الجزر البريطانية على سطح الأرض إلا بعد انتهاء حقب الحياة المتوسطة.

ومن الغريب أن نعلم، أن الغزو الواسع الذي قام به البحر على اليابسة في أزمان العصر الطباشيري المتأخر قد أدى إلى فناء بعض الزواحف الضخمة على الأقل، فقد غمرت المياه البحيرات الضحلة والمستنقعات التي كانت تأوي هذه الحيوانات وزالت معالمها ومن ثم انقرضت هذه الزواحف لأنها لم تتمكن من تغيير نفسها بما يلائم الظروف الجديدة، ومن البديهي أن ما سبق ليس بالسبب الوحيد الذي أدى إلى انهيارها، فهناك كثير من الأسباب الأخرى، ولكن من المؤكد أن الفيضانات كانت واحدة منها.

وقد كان حقب الحياة المتوسطة فترة تطور منتظم للنباتات والأسماك والحشرات وربما كان من أهم أحداثها ظهور واختفاء العموني Ammonites، وهي مخلوقات بدائية عجيبة عاشت داخل صدفة ذات حجرة معقدة. وقد ظهرت لأول مرة في العصر الترياسي وعم انتشارها في الجوراوي ثم انقرضت تماما في الطباشيري وهكذا امتد وجودها لزمن قصير حسب المقياس الجيولوجي، مما يساعدنا على تحديد أعمار الصخور القديمة. فمثلا، إذا وجدنا عموني في صخرة ما فإنها تتبع بكل تأكيد حقب الحياة المتوسطة، ويقدر عمرها بأقل من ١٩٥ مليون سنة وأكثر من ٧٠ مليون سنة. ومن الحيوانات البحرية التي ميزت هذا العصر أيضاً البلمنيط Belemnites التي كانت تشبه بعض الشبه أم الحبر المعهودة لنا في الوقت الحاضر وقد اختفت البلمنيط أيضاً بنهاية هذا الحقب. وعلاوة على ذلك فقد حلت رويداً أسماك لا تختلف كثيراً عما

نعهده من أنواع محل الأسماك المدرعة التي عاشت زمان حقب الحياة القديمة، كما ظهرت السرطانات البحرية.

وقد تطورت الحشرات تطوراً ملحوظاً، فقد حلت السرمانيات الصغيرة والذباب والنطاطات والخنافس محل السرمانيات الضخمة وقد حدثت بالمثل تغيرات منتظمة في عالم النبات، فإذا ما بلغنا نهاية العصر الطباشيري نجد الأرض قد تزينت بالأزهار والأشجار وغيرها من الناميات التي تختلف كثيراً عن السرخسيات الضخمة وذيل الحصان في الغابات الفحمية. بينما كانت الحياة الحيوانية لا تزال تتميز بالقدم حقاً. وأخيراً فقد حان الوقت لنتحدث عن هذه المخلوقات الرهيبة العجيبة ونعني بها الزواحف الضخمة.

وقد تكلمنا من قبل عن كيفية ظهور أول الكائنات في هذا العالم في الماء، وكيف بدأت تزحف إلى البر بعد مضي ملايين السنين ومع ذلك فلم تمكث الكائنات جميعاً على اليابسة، إذ عاد بعضها إلى البحر مرة أخرى. وقد ظهرت أسلاف الإكثيوزورات والبليزيوزورات المريعة في عالم الوجود في أوائل حقبة الحياة الإكثيوزور أو السمكة السحلية التي كانت لا تختلف في الحقيقة كثيراً عن الأسماك الضخمة وكان لها فكان كبيران وأسنان حادة. وقد ازدهرت أضخم أنواع هذه العائلة وكان يبلغ طولها حينئذ ثلاثين قدما على الأقل أي أطول من ملعب الكريكيت. وكانت الإكثيوزورات زواحف حقيقية وليست من الأسماك، كما كانت تتنفس الهواء ولذا فضلت المعيشة قرب سطح البحر، وعلى الرغم من

ذلك فقد عاشت حياتها كلها في الماء ولم تزحف إلى البر مطلقاً. ويبين الشكل رقم ٨ منظراً لإكثيوزورات العصر الجوراوي.

ولعله من الطرافة أن نذكر أن طفلة في الحادية عشرة من عمرها تسمى ماري آننج كانت أول من اكتشف هيكلا عظيما للإكثيوزورات منذ قرن وربع قرن مضى. وقد ذاع صيتها في أنحاء العالم فيما بعد لكثرة اكتشافاتها عن الحياة القديمة.

وتميز البليزيوزورات بنفس القدر من الوحشية التي اتصفت بها الإكثيوزورات مع وجود اختلاف كبير بينها في التركيب، وأفضل ما يمكن أن تشبه به البليزيوزورات أنها سلحفاة ركب فيها ثعبان يخترق وسطها وكانت لها أرجل أيضاً مما يدل على أن أجدادها كانت تعيش على البر، وكانت أرجلها قليلة الفائدة خارج البحر. وهكذا كانت البليزيوزورات تسير على البر في بطء وثقل عندما تغادر المحيط، ولكن أرجلها كانت وسيلة ممتازة تساعد الحيوان على التجذيف بها في الماء. وقد فضلت البليزيوزورات العيش قرب سطح المحيط ولكنها كانت تعود إلى الشاطئ لتتناسل خلافا لما درجت عليه الإكثيوزورات.

وقد كانت هناك أنواع كثيرة من الإكثيوزورات والبليزيوزورات وكلها من المتوحشة آكلة اللحوم. وكانت البحار في هذه الآونة مكانا محفوفا بالمخاطر، ولو ظهر حوت حديث لأثبت عجزه عجزاً يدعو إلى الشفقة أمام مثل هذه الأعداء. وربما تعاركت البليزيوزورات مع الإكثيوزورات،

ومهما كان من أحداث فقد أفنت هذه الزواحف البحرية الكثير من الكائنات البحرية الصغيرة وقد انقرض كلاهما مع مرور الزمن، فاختفت أولا الإكثيوزورات في منتصف العصر الطباشيري تاركة البليزيوزورات لتسود إلى حين، وذهب كلاهما إلى غير رجعة بانتهاء حقب الحياة المتوسطة.

وكما تحكمت الزواحف السالفة الذكر في البحار فقد فرضت الدنصورات البرية سيطرتها على القارات. وقد كانت هناك بالطبع أنواع كثيرة منها، بعضها كان وديعاً مسالماً مثل الإجوانودون Iguanodon ذي الثلاث أصابع، الذي يبدو أنه كان يتغذى بالنباتات وقد قضى عمره رافعاً قامته ومستخدماً أقدامه الأمامية القصيرة في تقطيع طعامه. وكان ذا حجم ضخم، إذ يبلغ ارتفاعه عندما يقف على قدميه أكثر من خمسة عشر قدما، كما يبلغ طوله أكثر من عشرين قدما. ولا يوجد للإجوانودون مثيل في وقتنا الحاضر ولو على نمط صغير، ولذا فلا يمكننا عقد أية مقارنة بينه وبين الكائنات الحاضرة ولكن ربما كان منظره بالشكل رقم ٩ أقرب ما يكون إلى الحقيقة وقد كان ذيله طويلا مما ساعده كثيرا على السباحة. أما رأسه فكان كبيراً وضيقاً كما لا توجد أسنان بمنقاره. ولم تكن للإجواندونات ومثيلاتها على الرغم من كبر حجمها مخ تقريباً، وكانت أقل ذكاء من قطة صغيرة كما كانت معرضة لخطر مستمر من أقرانها الدنصورات التي تماثلها في الغباء وتضارعها في القوة. ولم تكن الإجوانودونات لتملك الكثير مما تدافع به عن نفسها، وإن كانت غيرها من الكائنات الوديعة قد لجأت إلى حماية كيانها بوسائل غريبة، فقد

غطت الإستيجوزوراس جسمها بدرع واق مثلما فعلت أسماك العصر الديفوني، ومن هنا سميت بالزاحفة المدرعة، وكانت تمتد فوق ظهرها سلسلة من الألواح العظيمة، بينما كانت تستخدم ذيلها المغطى بالأشواك في الدفاع عن نفسها عند الضرورة وكانت ضربة من هذا الذيل تماثل في قسوتها ضربة مطرقة بخارية. ويشك بعض العلماء في مقدار فائدة درع الإستجوزوراس في الدفاع ضد أعدائه ومهما كان الشك في ذلك فإن هذا الدرع كان أفضل من عدمه. وقد عاشت الإستيجوزوراس أساساً فيما يعرف الآن بأمريكا، كما كان لها أقران من ذوات الظهور المدرعة عاشت فيما يعرف ببريطانيا حاليا.

وهناك نوع آخر من الدنصورات المدرعة يعرف بالترايسيراتوبس Triceratops الذي يبلغ في ارتفاعه ٩ أقدام، ويصل في طوله إلى ٢٥ قدماً، وقد تميز بوجود ثلاثة قرون طويلة حادة ومن المحتمل أن تكون طريقته في الدفاع عن نفسه، عند وقوع أي هجوم عليه، تتمثل في حماية ظهره بصخرة حيث ينتظر عدوه ليلقي مصرعه على أطراف قرونه. وكان جمجمة الترايسيراتوبس في حجم جمجمة الفيل أي أكثر من ستة أقدام في الطول، مع صغر شديد في المخ، كما كان لها أيضاً تركيب عظمي يشبه الدرع ممتد على طول الظهر، وإن كان أقل ظهوراً عنه في حالة الأستيجوزوراس. أما السكولوزوراس Scolosaurs أو الزاحفة ذات الأشواك فيبدو أن ذيلها بما عليه من نتوءات كان سبيلها الوحيد للدفاع عن نفسها، وكانت هذه تبدو لأول وهلة مثل سحلية مدرعة ضخمة، ويجدر بنا أن نذكر في هذا المجال أن الترايسيراتوبس لم تنقرض إلا في

أقصى نهاية العصر الطباشيري وهكذا تميزت بأنها آخر ما عاش من الدنصورات.

وكانت دنصورات عائلة الزوروبود Sauropod أغرب كثيراً مما سبق ذكره من الزواحف المدرعة، إذ كانت أضخم المخلوقات التي عاشت على وجه اليابسة. وقد تميزت هذه بجماجم صغيرة وأعناق طويلة رفيعة وأجساد كبيرة تفوق الفيلة في ضخامتها وأذيال طويلة مسلوبة ويعتبر الديبلودوكاس Diplodocus أضخمها جميعاً، فقد قارب طوله من مقدم الرأس إلى مؤخر الذيل تسعين قدما كما بلغ وزنه بين الثلاثين والأربعين طناً بينما يزن الفيل الإفريقي الكامل النمو ثمانية أطنان.

وكان الديبلودوكاس، في الواقع، من الثقل بحيث تنتظره المشقة في كل خطوة يخطوها على الأرض، إذ كيف يمكن لأرجل أن تحمل هذه الكتلة الجسدية الضخمة. وهكذا يحتمل أنه قد أمضي معظم حياته في المستنقعات الدغلية أو المياه الضحلة مستخدما عنقه الطويل في أرجحة رأسه ليجمع بها غذاءه، أما البرونتوزوراس Brontosaurus وهو من الأقربين للديبلودوكاس، فيعتبر مثالا حياً لعدم التوافق فلم تلائمه كلتا الحياتين البرية أو البحرية، ولا غرابة إذا انقرض قبل نهاية حقب الحياة المتوسطة، كما كان هناك أحد الأقربين أيضاً ويعرف بالصيتيوزوراس Cetiosaurus أي الزاحفة الحوت التي وجدنا عديداً من هياكلها العظيمة في محاجر بريطانيا، وقد بلغ طولها ستين قدماً وقد تحملت

أرجله بالطبع مشقة بالغة في حمل جسدها عند خروجها من الماء كما حدث تماماً في حالة الديبلودوكاس نفسه.

ويتضح مما سلف السبب الذي جعل هذه المخلوقات تجد صعوبة في البقاء على قيد الحياة، فكلنا نعلم أن التغيرات في اليابسة والبحار قد استمرت في سيرها طوال ذلك الوقت، فإذا ما أصبحت منطقة ما غير ملائمة لحياة الديبلودوكاس أو السيتيوزوراس مثلا فإنها لن تتمكن من التجول باحثة عن مكان آخر يناسبها، ولذا انقرضت هذه الحيوانات، فالطبيعة لم ترحم أيا من تجاربها الفاشلة.

ولكن إذا كانت الديبلودوكاس ومثيلاتها مسالمة بطيئة الحركة ثقيلتها، فقد كان هناك من الدنصورات أيضاً ما يختلف كثيراً عن ذلك، وهذه هي آكلة اللحوم، التي كانت سيدة العالم بحق إبان حقب الحياة المتوسطة. وكان الكثير من هذه يمشي منتصب القامة كما كان بعضها يقفز بسرعة كبيرة مثل كنغر ضخم حتى إنها كانت تنقض بسهولة على أقرانها البطيئة. وقد بلغ طول الميجالوزوراس Megalosaurus إحدى هذه الدنصورات التي نحن بسياق الحديث عنها عشرين قدماً، وكانت أسنانها بشعة في حدتها ومخالبها قوية خطيرة. أما الأللوزوراس Allosaurus فيبلغ طولها ضعف الميجالوزوراس تقريباً، وكانت أشد خطراً وربما أكثر نشاطا من سالفتها، ولها أسنان مهيأة تماماً لتمزيق أي دنصورة وديعة إربا. ولو حدثت معركة على سبيل المثال بين أللوزوراس وبين إجوانودون من آكلة النبات، فإن نتيجتها حتما معروفة. أما التيرانوزوراس

فكانت أضخم أنواع الدنصورات آكلة اللحوم. وقد بلغ طول جمجمتها أربع أقدام وطول جسمها خمسين قدماً، أما أسنانها فقد كان طول كل منها ست بوصات وعندما تمشي تصل رأسها إلى ارتفاع نافذة علوية في منزل معاصر. وكانت أرجلها الخلفية ضخمة قوية، أما أرجلها الأمامية فكانت على النقيض صغيرة منكمشة لأنها لم تستخدمها في المشي إطلاقا بل عاشت منتصبة القامة، كما كانت هناك أيضاً دنصورات أصغر مما سبق التحدث عنه في نشاط السنجات وأكثر وحشية من النمور.

وكانت هناك عائلة أو عائلتان من الزواحف لم تكن لديها أمل في كسب أي معركة من آكلات اللحوم الرهيبة هذه، فاهتدت إلى وسيلة جديدة لحماية نفسها. فقد اتجهت إلى الهواء الذي كانت تعيش فيه حينئذ الحشرات فقط. وقد عرفت هذه الطيور البدائية تحت اسم عام هو التيروداكتيل Pteiodactyls بالرغم من انتمائها بطبيعة الحال إلى أنواع مختلفة. ولم تطر هذه في بدء ظهورها بالمعنى المفهوم للطيران عند الطيور، وكما فعلت الحشرات الأولى ذات الأجنحة المثبتة، التي انزلقت في الهواء، بدأت التيروداكتيل بإلقاء نفسها من أماكن مرتفعة لتنزلق في الهواء مستخدمة أجنحتها الجلدية ومستعينة بالتيارات الهوائية في حمل نفسها كما تفعل الطائرات الشراعية الحديثة. وكانت هياكلها العظيمة خفيفة الوزن وأجنحتها الجلدية أكبر كثيراً بالنسبة لأجسامها. وكانت ماري آننج مرة أخرى أول من اكتشفت عينة صحيحة من هذا الحيوان، وكانت قد وصلت إذ ذاك إلى مرحلة الأنوثة الكاملة عندما تم هذا الاكتشاف في عام ١٨٢٨. وقد اكتشفت بقايا نوع من التيرّوداكتيل

يسمى بالدايمورفودون Dimorphodon، التي عاشت زمان الترياسي، وتميزت بوجود أسنان في فكيها مثل خلفائها التي فاقتها في الطيران وإن صغرت عنها في الحجم.

ولم تطر التيروداكتيل، في الواقع، جيداً لأن أجنحتها الجلدية لم تكن لديها قدرة كافية تمكنها من أن ترفرف كما تفعل الطيور الحديثة. ولكنها علت، على أية حال، إلى الحد الذي لا يمكن للتيرانوزوراس نفسه من الوصول إليها، هذا بالرغم من أنها لم تكن تستطيع المكوث في الهواء، كما أن هناك شكا كبيراً في قدرتها على الطيران من مستوى الأرض، وأغلب الظن أنه كان يلزمها أن تقذف بنفسها، دائماً، من أماكن مرتفعة. هذا وقد توصلت إحدى العائلات الحيوانية إلى حل لغز الطيران حلا جزئياً، على الأقل، في نهاية العصر الجوراوي، ومن الغريب أنها لم تتناسل من التيروداكتيل بل من دنصورات حقيقية، وكان الريش يغطي أجسادها تلك هي طليعة الطيور، ويأخذ مكان الشرف في هذا المجال الأركيوبتيركس Archaeopteryx الذي يظهر بالشكل رقم ١٢ ولابد وأن هذا الأخير كان يطير أفضل من التيروداكتيل إذ كان يحمل ريشاً وإن كان ما زال يشبه الزواحف في صفات كثيرة مثل تكون الذيل من فصلات متصلة بعضها ببعض، ووجود الأسنان. ومن جهة أخرى، كان من الواضح أن أقدامه معدة للتنقيب كالطيور الحقيقية. وقد ظهرت هذه الأخيرة في نهاية العصر الطباشيري، وتمكن بعضها مثل الإكثيورنيس Ichthyornis من الطيران بمهارة عظيمة، هذا على الرغم من أن جميع طيور حقب الحياة المتوسطة تختلف عن طيورنا الحديثة في وجود أسنان في فكوكها.

وتشكل هذه الكائنات البرية والبحرية والجوية السابق ذكرها قليلا من كثير من الكائنات الرهيبة التي انتشرت بكثرة إبان حقب الحياة المتوسطة، وإننا نعلم الآن تمام العلم لماذا سمي هذا الحقب بعهد الزواحف. ولو ظهر الإنسان نفسه بما عرف عنه من مقدرة عقلية متقدمة لواجه حينئذ معركة عنيفة حتى يتمكن من البقاء وسط مثل هذه الزواحف والكائنات المعادية التي عوضت عن فقدان ذكائها بقوة بدنية جبارة، ولكن الإنسان لم يكن قد أتى بعد إلى عالم الوجود. وقد بدأت الحيوانات الحقيقية ألا وهي الثدييات في الظهور في العصر الجوراوي العلوي ولكنها كانت في ذلك الوقت بدائية غير متقدمة، ولم تتمكن من تأدية أي دور إيجابي في تاريخ الأرض طالما كانت الزواحف ترتع فيها. ولم يبدأ عهد الثدييات إلا عندما انقرضت الزواحف انقراضاً فجائياً بعث على الحيرة.

لماذا فنيت هذه الزواحف إذن؟ لم يكن لها أعداء إلا من بني جنسها، ولم يداعب الأمل أي كائن في هذا الوقت في هزيمة أللوزوراس مثلا سوى أحد أقرانه من أكلة اللحوم. وغالبا ما يقال إن الثدييات قد حاربت الزواحف وقضت عليها، وواضح أن هذا عين الخطأ. فبالرغم من أن بعضاً من الزواحف ربما تكون قد هاجمت بالفعل الثدييات الأولية، إلا أن المعركة كانت غير متكافئة وميئوسا منها على الدوام. كما أنه من الخطأ القول بأن الزواحف جميعها قد هلكت، ويبدو أن السبب في اختفائها أعمق من هذا بكثير.

ويعتبر تغير ظروف الكرة الأرضية ذاتها العامل الرئيسي فيما حدث دون شك، فقد وقعت تغيرات كبيرة في الطباشيري المتأخر وأصبح العالم مكانا مختلفا تماما في بداية العصر التالي المسمى بالإيوسيني، وربما كان لتطور النبات دخل في هذا، فإذا لم تعد الزواحف آكلة النبات مثل الإجواندون تجد الطعام المناسب لها فإنها ستموت حتما وبالتالي ستموت الزواحف آكلة اللحوم التي تتغذى عليها. وإنه لأمر طبيعي أن تكون الزواحف قد انقرضت بعد أن عمرت أكثر من مائة مليون سنة، بينما لم تتعد فترة حياة البشر المليون سنة بعد، ولكن نحو نهاية الفصل الطباشيري في كتابنا غشيت كثير من الصفحات وتشير الطبعة الواضحة التالية إلى أن الأرض بدأت تأخذ شكلها الحديث.

وهكذا قضت الزواحف أيام مجدها، ولم يعد لها مكان في عالمنا الجديد العظيم.

الباب الثامن

عهد الثدييات

لم تحدث تغيرات في تاريخ الأرض الطويلة كاملة ومفاجئة مثل تلك التي حدثت في نهاية حقب الحياة المتوسطة، وقد كانت هذه التغيرات بطيئة بالطبع لو نظرنا إليها بمقياسنا الزمني العادي، ولكنها تعتبر سريعة من الناحية الجيولوجية، فقد اختفت مخلوقات مثل العموني والدنصورات الرهيبة خلال بضعة ملايين من السنين، ويبدو هذا الاختفاء مثل مسح ما كتب بالطباشير على سبورة سوداء، ولا حاجة بنا إلى القول بأن هذه التغيرات كانت العلامة المميزة لنهاية حقب الحياة المتوسطة، وقد تلا ذلك الثلاثي "Tertiary" أو الحقب الثالث الذي ينقسم إلى أربعة عصور أولها الإيوسيني "Eocene"، وقد اشتقت كلمة الإيوسين من الإغريقية وتعني "فجر الحياة الحديثة". وقد استغرق هذا العصر خمسة وعشرين مليون سنة بدأت منذ ٧٠ مليون سنة وانتهت منذ ٤٥ مليون سنة مضت، وكانت الاضطرابات الأرضية أكثر سواداً فيه عما كانت عليه في غالبية العصر الطباشيري.

ويمكن ملاحظة هذا التغير بمجرد إلقائنا نظرة على خريطة العصر الإيوسيي بالشكل رقم ١٣، والفرق بينها وبين الخرائط السابقة يتمثل في أن جوندوانا لاند قد انتهى بالتأكيد وجودها بالشكل القديم، إذ حلت

محلها كتل أصغر منها من اليابسة، تعرف ثلاث منها حالياً باسم أمريكا الجنوبية وأفريقيا واستراليا، هذا علماً بأن الجيولوجيين لا يطلقون على هذه الكتل من اليابسة الإيوسينية أسماءها الحديثة. ويظهر إلى الوجود المحيط الأطلنطي غامراً جزءاً من قارة أطلنطيس القديمة، أما بحر التيثز الآخذ في الانكماش فما زال في موقعه حيث يصل المحيط الأطلنطي بالبحار الواقعة فيما ورآه أفريقيا، وقد ظهر في الإيوسيني العلوي مضيق واسع يصل بين التيثز والمحيط القطبي الشمالي ويفصل أوروبا عن آسيا. وهناك ظاهرة أخرى واضحة في هذه الخريطة تتمثل في ظهور ليميوريا "Lemuria" وهي جزيرة كبيرة كانت تقع في المكان الذي يعرف الآن بالمحيط الهندي، وقد تبقى جزء منها حتى الآن ألا وهو مدغشقر، ويقال إن ليميوريا كانت مقراً لحضارة كبيرة مثلها في ذلك مثل أطلنطيس، ومن الواضح أن هذه أسطورة جذابة فعلا ولكنها خاطئة بالتأكيد.

وقد تسبب غرق أجزاء من أطلانطيس القديمة وجوتدوانا لاند في ازدياد النشاط البركاني، يبدو أن كثيراً من الثورات البركانية التي تصحبها الحمم قد حدثت في أماكن متفرقة بعيدة عن بعضها البعض مثل ايرلندة والهند والقطب الشمالي. وعلى العموم، فقد كان العالم الإيوسيني أشد دفئا من عالمنا الحاضر، حتى إن النباتات التي توجد حالياً في المناطق الاستوائية قد ازدهرت- حينئذ- على خط العرض الذي تجد عليه بريطانيا حالياً، كما ازدهرت أيضاً في الشمال حتى جرينلاند التي كانت متصلة في ذلك الوقت بأمريكا الشمالية، أما في وقتنا الحاضر فيستحيل

على غير النباتات القوية أن تعيش وسط ثلوج جرينلاند، وهذا يدل على أن القطب الشمالي أبرد كثيراً في الوقت الحاضر مما كان عليه في العصر الإيوسيني.

ولم تكن النباتات الإيوسينية تختلف كثيراً عن تلك المعهودة لنا فقد عم انتشار النباتات المزهرة، كما تواجدت أنواع كثيرة من الشجر متدرجة من النخيل إلى البلوط والصنوبريات دائمة الخضرة التي تتميز بها الحدائق الإنجليزية. وكان البحر يحوي أشكالا من الحياة حديثة في غالبيتها، منها أنواع مختلفة من الأسماك والسرطانات البحرية والمحاريات. ولم يعد للإكثيوزوراس والبليزيوزوراس الرهيبة وجود في تلك الآونة، وهكذا خيمت السعادة على الحياة في البحر أكثر مما كانت عليه من قبل.

وبديهي أن جميع الزواحف لم تنقرض كلية، فكلنا نعلم أن كثيراً منها مثل الثعابين والسحالي لا يزال باقياً إلى أيامنا هذه. فقد انتهت عظمت مملكة الزواحف باختفاء الدنصورات آكلة اللحوم وصارت التماسيح أخطر ما بقى منها، كما انتشرت السلاحف البحرية والبرية أيضا. وقد قلت أهمية البرمائيات التي كانت أكثر حيوانات العالم تقدما أيام الغابات الفحمية، على الرغم من أن الضفادع والضفادع البرية قد عم انتشارها إبان الحقب الثلاثي والرباعي من تاريخ الأرض.

وإذا اتجهنا إلى الهواء فسوف نجد أن الحشرات الإيوسينية تماثل كثيراً أقرانها الموجودة حاليا، أما الطيور فقد كانت لا تزال مختلفة على الرغم من أنها فقدت أسنانها الموروثة عن الزواحف بانتهاء ذاك العصر. ونظراً لأن الأمان على سطح الأرض قد توافر عن ذي قبل فقد عادت بعض الطيور إلى حياة الأرض وتوقفت عن الطيران إلى الأبد، تماما مثلما فعلت بعض الزواحف التي عادت إلى المحيطات بعد أن عاشت فترة قصيرة بعيداً عن الماء. ومن سلالات هذه الطيور، التي لا تطير، النعام والأمو وطيور البطريق.

ويعتبر ظهور الثدييات من أهم الأحداث التي تميز بها العصر الإيوسيني، وهذه على النقيض من الزواحف ذات دم حار. وقد اكتسبت سريعا طاقة ذهنية عجزت الدنصورات الضخمة عن اكتسابها. وقد ظهرت أول الثدييات كما علمنا في العصر الترياسي أي منذ ١٨٠ مليون سنة مضت وكانت حينئذ في حجم الفئران أو الأرانب. ولم يكن هناك أمل في أن تحرز تقدما كبيراً طالما كانت الدنصورات موجودة. وبمجرد زوال خطر الزواحف عملت الثدييات على تدارك ما فاتها وسرعان ما أحرزت تقدما كبيراً ملحوظا بنهاية الإيوسيني. وتعتبر الثدييات الحديثة كلها من سلالات ثدييات العصر الإيوسيني.

وكانت الحيوانات الحافرية آكلة النباتات أكثر الثدييات انتشاراً نذكر منها الإيوهيبّاس Eohippus الذي اشتق اسمه أيضا من الإغريقية ومعناه "الحصان الذي ظهر في الفجر" لأن الإيوهيباس، في الحقيقة،

أول ما عرف من أفراد عائلة الحصان الكبيرة، وكان هذا حيوانا صغيراً غريباً في حجم الترياز– أحد أنواع كلاب الصيد– ويبدو أنه قضى معظم حياته في المستنقعات. وكان الموريثيريم Moeritherium وهو أول فيل بدائي طريفا أيضاً ولم يكن ارتفاعه يزيد على ثلاثة أقدام تقريباً وهكذا كان يبدو صغيراً جداً لو وقف بجوار فيل حديث. أما الأرسينوثيريوم Arsenotherium فقد كان أكبر من ذلك كثيراً، ويبدو مثل خليط من الفيل والخرتيت، وقد عاش في بعض أجزاء أفريقيا. وقد قرأ كثير من الناس قصة روديارد كيبلنج Rudyard Kipling الشهيرة، كيف حصل الفيل على زلومه، وكيف نزل إلى النهر فيل فضولي حديث السن فأطبق على أنفه تمساح وظل يجذبه بعنف حتى أصبح أنفه من شدة الجذب زلوما. وقد قيل إن الأرسينوثيريوم لابد وأنه كان شبيها بهذا الفيل الحدث عندما وصلت عملية الجذب إلى منتصفها. ومع ذلك، فلم يكن الزلوم حقيقيا بل كان يتكون من العظم.

وتعتبر الرئيسيات Primates أكثر ثدييات العصر الإيوسيني أهمية من وجهة نظرنا الخاصة وكانت هذه أول أفراد العائلة التي تطورت منها النسانيس والقرود. وكانت– وقتئذ– كائنات صغيرة تعيش على الأشجار، ويبدو أن بعضها كان يشبه أعضاء صغاراً من قبيلة القردة التي تعرف بالليمورات Lemurs.

وقد انتهى العصر الإيوسيني منذ ٤٥ مليون سنة مضت، أما العشرة ملايين سنة التالية فتمثل العصر الأوليجوسيني Oligocene وقد اشتق

هذا الاسم من الإغريقية أيضا، ويعني "قليلا من الحديث" لوجود قليل من أشكال الحياة الأكثر حداثة، وهي في الواقع تسمية غير جيدة. فحقيقة أن الحيوانات لم تكن متقدمة، ولكن بعضها يمكن التعرف عليه بسهولة كأسلاف للخيل والفيلة بل وللقرود، بينما كانت النباتات والحشرات شديدة الشبه بأقرانها المعاصرة لنا كما كانت الفراشات والنحل والنمل والعناكب كثيرة الانتشار، حتى الخفافيش– تلك الثدييات الغريبة الطيارة– كانت متقدمة في تطورها.

وقد أخذت خريطة الأرض في التحور إلى شكلها الحالي بطريقة بطيئة ولكنها أكيدة وكان العالم دافئا باعتدال وإن لم يكن حاراً مثلما كان في العصر الإيوسيني وقد استمر محيط الثيثز في الانكماش من جراء تحركات للقشرة الأرضية التي رفعت بعض أجزائه، وكانت نتيجتها النهائية تكون جبال الألب في العصر التالي. واختفى ذلك المضيق الذي كان يصل التيثز بالمحيط القطبي الشمالي وأخذت اليابسة مكانه بعض الوقت وإن كان هناك احتمال في جفافه وتكرار غمره بالمياه عدة مرات قبل اندثاره في النهاية.

ولم تكن ثدييات الأوليجوسيني تسيطر على الكرة الأرضية فقط، بل أصبحت علاوة على ذلك أكثر تقدما من أي كائنات تنتمي إلى طائفة الحكام السابقين. ويجب أن نتذكر في هذا المجال أن الإيوهيباس الإيوسيني الذي كان في حجم الكلب الصغير قد فاق التيرانوزوراس الذي عاش في حقب الحياة المتوسطة عقلا وتفكيراً ويلاحظ أن بعض

الثدييات الأوليجوسينية كانت تماثل صوراً غير متقنة الصنع للفيلة وغيرها من الحيوانات المألوفة لنا. فمن الواضح أن البالوشيثيريوم Baluchitherium، مثلا، ينتمي إلى عائلة الخرتيت، كما ظهرت أيضا الأفيال ذات الزلوم المبتور، كما أنه لا يمكن لأي إنسان أن يخطئ في أن الباليوثيريوم كان جداً للحصان كما يمكن التعرف أيضا على القطط والكلاب الأولى وكذا الجمال والخنازير. وعلاوة على ذلك، فلم نجد أول قرد حقيقي إلا في العصر الأوليجوسيني، وقد أطلق عليه اسم بارابيثيكاس Parapithecus وكان يعيش في أفريقيا منذ حوالي ٤٠ مليون سنة، وقد كان قرداً بالفعل على الرغم من وداعته وصغر حجمه.

وإذا تمكنا من العودة إلى الوراء، إلى زمان الأوليجوسيني لوجدنا العديد من الأشياء الغريبة وكذلك الكثير مما نألفه. وقد تغيرت الحياة في هذه الأربعين مليوناً من السنين أكثر مما فعلت أثناء السبعين مليون سنة من فقرة الطباشيري إذ كان الفكر الواعي وشيك الحدوث.

الباب التاسع

الشكل الأخير للخريطة

بقى لنا عصران من الحقب الثلاثي لنتحدث عنهما قبل أن نصل إلى العهد الجليدي الكبير الذي استقبل الإنسان الأول. وهذان العصران هما: الميوسيني Miocene الذي استغرق من ٣٥ مليون سنة إلى ١٥ مليون سنة مضت، والبلايوسيني Pliocene وقد شغل الفترة من ١٥ مليون سنة إلى مليون سنة مضت، وقد اشتقت هذه الأسماء من الإغريقية كالعادة إذ تعني الميوسيني "الأقل حداثة" والبلايوسيني "الأكثر حداثة".

وقد اتخذت خريطة العالم شكلها الحديثة في نهاية البلايوسيني لهذا يعتبر هذا الوقت لحظة مناسبة لنفحص عن كثب مختلف أنواع الحركات الأرضية.

وأول هذه الحركات تؤدي إلى تكون القارات، وتتمثل في تحركات بطيئة إلى أعلى وإلى أسفل لمساحات كبيرة ينتج عنها ارتفاع قاع البحر حتى ينحسر عنه الماء كلية، أو هبوط أجزاء من اليابسة ليغمرها الماء، وثانيهما ما يعرف بالحركات "الأوروجينية" Orogenic، أو حركات تولد الجبال، وهي أكثر حدة وعنفا من السابقة وتؤدي إلى ثني الصخور على امتداد أحزمة ضيقة وتراكمها بعد ذلك لتكون سلاسل جبلية مرتفعة مثل الهملايا والألب. وعلى الرغم من أن حركات تولد الجبال أشد النوعين

عنفا إلا أنها أبعد ما تكون عن الفجائية، وعليه فإن تكون السلاسل الجبلية عملية بطيئة. ومن الخطأ أن نعتقد أن للزلازل تأثيراً كبيراً في تشكل الخريطة، فالزلزال ما هو إلا صدمة عنيفة حادة في منطقة معينة، على الرغم من أنها تسبب أحيانا دمارا شاملا وربما تؤدي بين الحين والحين إلى اختفاء جزيرة أو إغراق قطعة منخفضة من اليابسة، وما هي في الواقع إلا انزلاق وشق في صخور جزء من القشرة الأرضية وليست في مجملها ذات أهمية خاصة في هذا الشأن.

وقد تميز العصر الميوسيني بأحد الحركات المثالية لتولد الجبال والتي حدثت في ذلك الحوض الذي كان يغمره بحر التيثز في وقت من الأوقات، فقد أخذت الحركات الضخمة في الضغط بقوة على القشرة الأرضية مما أدى إلى ثني الصخور وتراكمها ثم اندفاعها إلى أعلى مكونة قمما جبلية عاتية، وهكذا تكونت جبال الهيملايا، وتم تكوين جبال الألب بعد أن ابتدأ ذلك في العصر الأوليجوسيني. ولعل مما يبعث على الدهشة أن نعلم أن إفرست وجودوين أوستن وغيرهما من قمم جبال الهيملايا العتيدة ما هي إلا جبال حديثة التكوين نسبيا، وقد تكونت جبال الأنديز الأمريكية أيضا خلال العصر الميوسيني.

وقد فقد التيثز شكله القديم بنهاية العصر الميوسيني وكان هذا البحر يعتبر أحد العلامات المميزة للعالم القديم. أما ما تبقى من التيثز فيطلق عليه اسم البحر الأبيض المتوسط، وهذا الأخير أصغر كثيراً من سالفه الضخم، كما انحسر الماء عن المضيق الذي كان يصل التيثز

بالمحيط القطبي الشمالي إبان العصر الميوسيني أيضا، وهكذا أصبحت أوربا متصلة بآسيا. وقد حدث في وقت ما أن اتصلت كتلة اليابسة الأوربية الآسيوية "أوراسيا" بأفريقيا وأمريكا الشمالية، وقد امتد بحر داخلي كبير عبر أوربا شمالي جبال الألب التي تكونت حديثاً، ليغمر معظم النمسا ويتوغل غامراً جزءاً كبيراً من روسيا، ولكنه انقسم أثناء العصر التالي– البلايوسيني– إلى بحار أصغر، مثل بحر قزوين Caspian بينما غمرت المياه الأراضي المنخفضة من اليابسة الواقعة إلى الشمال الشرقي من بريطانيا التي تحولت بالتالي إلى بحر الشمال.

وقد قل الدفء أثناء العصر الميوسيني. بعد أن كان يعم خلال العصر الأوليجوسيني وتقهقرت النباتات التي تتبع الأنواع الاستوائية والتي كانت تنمو بالقرب من المناطق القطبية إلى خط الاستواء. أما العصر البلايوسيني فقد كان أكثر برودة، ولم تكن المناخات في تلك الآونة أدفأ كثيراً مما هي عليه في أيامنا هذه. ويمكننا أن نضيف إلى ما سبق أن الاضطرابات المستمرة في القشرة الأرضية أدت إلى حدوث ثورات بركانية، وأن الأمطار كانت غزيرة جداً في بعض الأماكن مما أدى إلى تآكل بعض الجبال الحديثة التكوين بسرعة.

وليست هناك ضرورة ملحة في أن نقضي وقتا طويلا في مناقشة الحياة النباتية أو الحياة البحرية أثناء الجزء الأخير من الحقب الثلاثي، لأن كلا منهما تشبه مثيلتها الحالية. وسارت الحيوانات قدما في طريق تطورها كما هو المتوقع، وهكذا نصادف كائنات مثل الهيياريون

"Hipparion" وهو الحصان البلايوسيني الذي كان يعيش في سهول أوراسيا وأمريكا الشمالية التي تكسوها الحشائش وقد بلغ ارتفاعه أربع أقدام، والسيفاثيريوم "Sivatherium" أحد أسلاف الزرافة المعاصرة وكانت ذات رقبة قصيرة وقرون متفرعة بلغ طولها في بعض الأحيان سبعة أو ثمانية أقدام، وكذا الدينوثيريوم "Deinotherium" أحد أجداد الفيل كما ظهرت أنواع من القطط والكلاب أيضا وإن كانت مختلفة عن الأنواع الموجودة حاليا.

كما كان هناك أيضا أحد الأفراد المثيرة من عائلة القط ويعرف بالنمر ذي الأسنان السيفية "Sabre- Toothed Tiger" وقد وجد هذا لأول مرة في الميوسيني العلوي، ثم تطور تماما بنهاية الحقب الثلاثي، وقد كان في حجم النمر الحقيقي وإن لم يكن كذلك، ومما يلفت النظر إلى هذا الكائن طول نابيه اللذين يشبهان السيوف، حادة من الأمام كما تشبه المنشار من الخلف، ومما لا شك فيه أنه كان خطيراً في عداوته وربما يكون قد دخل في معارك مع بعض الأوائل من البشر لأنه عاش حتى منتصف العهد الجليدي الأخير.

وكانت الطيور منتشرة، بالطبع، وقد تضمنت كثيراً من الأنواع التي عادت إلى الأرض وفقدت القدرة على الطيران إلى الأبد. فانتشرت طيور البطريق الأولية على سبيل المثال في أقصى الجنوب، وكانت– آنئذ– أكبر من قرينتها الحديثة. ولم يكن لدى الطيور غير الطائرة وسائل فعالة تمكنها من الدفاع عن نفسها ولذا قاست الكثير من الأزمنة الحديثة، وقد

أفنى الإنسان بنفسه عائلة أو عائلتين منها وربما كانت طيور الأوك العظيمة "Great Auks"، وهي طيور بحرية موطنها القطب، آخر من سار في طريق الفناء، وقد ظل بنو الإنس يصطادونها بكل قسوة حتى فنيت عن آخرها. هذا وقد لعبت الطبيعة قضاءً وقدراً دوراً غريبا في المعاونة على سرعة القضاء عليها، فقد اتخذت آخر أحياء هذه السلالة لها موطنا في جزيرة صخرية غير مطروقة بعيدة تسمى جيرفوجلاسكير تبعد حوالي ١٥ ميلا عن أيسلندا، وقد اهتزت جيرفوجلاسكير إثر ثورة بركانية عنيفة عام ١٨٣٠ وهبطت تحت سطح الماء مما أرغم هذه الطيور ذات الحظ العاثر إلى التوجه إلى جزيرة أخرى أكثر قربا من أيسلندا وتسمى إلدي "Eldy" وكانت الجزيرة الأخيرة أقرب من الأولى منالا للإنسان، ولم يمض وقت طويل حتى قضى الصائدون على كل طير من هذه الطيور وقد قتل آخر زوج منها عام ١٨٤٤ ويمكننا أن نقول إن موتها كان مأساة.

وقد تطورت الرئيسيات تطوراً واضحاً إبان العصرين الأخيرين من الحقب الثلاثي، فقد كانت الحيوانات الشبيهة بالقرود صغيرة ومتواضعة في بداية العصر الميوسيني، ولم تكن تملك إمكانيات فكرية حقيقية، وقد ظهرت كائنات في نهاية العصر البلايوسيني تمكنت من تشكيل الأحجار واستخدام هذه كأنواع من الأسلحة ولم تكن هذه الكائنات قد بلغت مرحلة "البشر" بعد. وعلينا أن نشير في هذا المجال إلى أحد الأخطاء التي تتكرر كثيراً في الكتب الدراسية. فالإنسان لم ينشأ في الواقع من القردة، فالقرد الذي نشاهده في حدائق الحيوانات لا يمكن

أن يتحور إلى إنسان وبالمثل لا يمكن لعائلات القرود الكبيرة التي تقطن المناطق الحارة أن تتطور إلى بشر. فمثل هذه القرود والقرود الكبيرة قد بلغت أقصى مراتبها الخاصة من الكمال، ولا يمكنها أن تتطور أكثر من ذلك، ولذا فالفكرة البسيطة التي تقول إننا قد تناسلنا من القرود فكرة خاطئة من أساسها والموضوع أعمق من ذلك في الحقيقة، فالقردة في الواقع، لا يمكن أن نشهد لها بقوة عقلية خاصة، ولم يرتفع أي قرد كبير إلى مستوى ذكاء سبع البحر أو الفيل مثلا، ولكنا نميل إلى تصديق هذه الشائعة لأن القرود الكبيرة تشبهنا من حيث المظهر.

وقبل أن يتحول شبيه الإنسان في العصر البلايوسيني إلى إنسان حقيقي كان عليه أن يواجه خطراً جديداً، ولم يكن مصدر هذا الخطر أجناس أخرى من الحيوانات ولكنها كانت محنة أشد من ذلك خطراً. ولو وجد البشر الأولون أنفسهم في معركة مع الزواحف أو ربما مع أجناس جديدة من الدنصورات لتمكنوا من القضاء عليها لارتفاع مستوى ذكائهم بالنسبة لهذه الحيوانات، وإن كان هناك احتمال كبير أن يفقد هؤلاء الأوائل من البشر الكثير من الضحايا. ولكن التغلب على قوى الطبيعة أصعب كثيراً من الانتصار على فئات من الحيوانات الشرسة، أما هذا الخطر المحدق الجديد فيمكننا أن نلخصه في نقطة واحدة ألا وهي "البرد". وكانت فترة الدفء الطويلة التي استمرت زهاء ما يزيد على مائتي مليون سنة قد أخذت في الانتهاء في بطء وعزم، وتكونت القلنسوات الجليدية عند قطبي الأرض، واقترب بهذا موعد اختبار سادة العالم الجدد. وقد أخذنا انتشار البرد كعلامة مميزة ومناسبة لانتهاء الحقب الثالث من تاريخ الأرض.

الباب العاشر

عهد الجليد

ويتضمن الباب الرابع والأخير من كتابنا عن تاريخ الأرض الحقب الرباعي Quaternary وهو قصير جداً إذ لم يستغرق سوى مليون سنة، وربما أقل من ذلك. وعلى الرغم من صغر المدة التي استغرقها هذا الحقب إلا أننا نقسمه إلى قسمين، أولهما البلايوستوسيني Pleistocene الذي اشتق من اللغة الإغريقية ويعني "الأحدث" وبانتهاء هذا العصر الذي شغل معظم الزمن المخصص للحقب الرباعي نرى أول بوادر الحضارة. ثم ندلف بعد ذلك إلى العصر الهولوسيني Holocene أو "الحديث كلية" منذ حوالي ثمانية آلاف سنة قبل الميلاد والذي مازال مستمراً حتى الوقت الحاضر. ويعتبر الهولوسيني عهد الإنسان مثلما كان الكمبري عهد التريلوبيتات والطباشيري عهد الدنصورات.

وقد كان البلايوستوسيني عصر العهد الجليدي، ذلك الزمن الذي ساد فيه البرد القارس وغطيت أثناءه بريطانيا بقلنسوة من الجليد. ومع ذلك، فليس صحيحاً أن عهد الثلج كان مستمراً طوال مليون سنة وإنما كانت هناك موجات باردة "فترة التثليج" تتبادل معها فترات دافئة "ما بين أوقات التثليج"، وربما كانت الفترات الدافئة أطول كثيراً من الموجات

الباردة. وقد بلغت الموجات الباردة أربعاً في مجموعها خلال العصر البلايوستوسيني.

ولم نتمكن من التأكد تماما من كل تواريخنا الخاصة بعهد الجليد، وإن كان يمكننا في هذا المجال أن نحدد بالتقريب تاريخ انتهاء آخر موجات البرد، وأن آخر العهد الجليدي قد انقضى منذ عشرة آلاف سنة عند بداية الهولوسيني أي ثمانية آلاف سنة قبل الميلاد ولكننا لسنا على يقين متى بدأت أول موجة باردة. وربما كان تقديرنا للبلايوستوسيني بمليون سنة تقديراً خاطئا. ويعتقد الأستاذ زوينر أن هذا العصر قد استمر ستمائة ألف سنة فقط، بينما يقدوه بعض آخر من الجيولوجيين بحوالي المليونين من السنين. وعلى كل فقد كانت الظروف خلال أسوأ أوقات التثليج قاسية للغاية، وكان على الإنسان الأول أن يدخل معركة عاتية ضد هذا البرد.

وكانت بريطانيا تقع على حافة المنطقة الجليدية أثناء فترات التثليج، كما كان طرف القلنسوة القطبية يمر عبر الجزء الجنوبي من انجلترا وكانت المقاطعات المجاورة للندن ومنها ساكس وكنت وغيرها ذات مناخ من نوع التندرا الذي لا يختلف كثيراً عن مناخ سيبيريا الحاضر. ولم يتمكن من الحياة فوق الأراضي الجليدية الباردة سوى النباتات الدنيئة والأشجار القطبية التي لم يكتمل نموها كما انخفض المستوى العام لسطح المحيط أيضا أثناء التثليج لأن مياها كثيرة قد تجمدت على هيئة جليد، واتصلت بريطانيا بالقارة الأوربية مرة أخرى.

وكانت المحيطات ترتفع أثناء فترات ما بين التثليج الدافئة، وهكذا كانت تفيض القناة الإنجليزية والبحر الشمالي مرة أخرى، وقد تكرر حدوث ذلك عدة مرات قبل انفصال بريطانيا نهائياً عن أوربا منذ ثمانية آلاف سنة ضمت خلال الجزء الأول من العصر الهولوسيني.

كيف كانت الظروف أثناء فترات التثليج الطويلة والتي استغرقت كل منها عشرات الآلاف من السنين؟ لقد عانت الكثير تلك الحيوانات المحبة للدفء، والتي انتشرت أثناء الحقب الثالث وتلاشت أشكال كثيرة من الحيوانات والطيور كلية أو طورت نفسها بما يلائم هذه الظروف الباردة. وكانت الرنة والثعالب القطبية تتجول في جنوب انجلترا أثناء العهد الثلجي الأخير، كما كانت هناك حيوانات أخرى لم تنقرض إلا حديثا جداً بحساب المقياس الزمني الجيولوجي. فمثلا كان ميجاثيريوم أمريكا الجنوبية Megatherium أو الرسيف الأرضي حيوانا من الدرداوات بطيئة الحركة، وكان مسالما وديعا يأكل النباتات، ويبلغ طوله عشرين قدما، وقد عثرنا على بقايا لهذا الحيوان قريبة من بقايا الإنسان البدائي فشاع الاعتقاد بأن هذا الحيوان ربما كان قد صار مستأنساً. وقد اختفت النمور ذات الأسنان السيفية في أوائل العهد الجليدي، بينما تمكن الفيل والحصان من الاستمرار في البقاء.

وقد اقترن اسم حيوان الماموث Mammoth عامة وبداهة بالعهد الجليدي، وهذا الحيوان هو أحد أفراد عائلة الفيل، وكان ضخم الجثة ويتميز بشعر صوفي قريب إلى جلده ذي لون بني يميل إلى الاحمرار

وكذلك بشعر خشن خارجي طويل، وله نابان كبيران مقوسان يبلغ طول كل منهما حوالي عشر أقدام على الأقل، وعلى العموم، فمما لا شك فيه أن الماموث كان يبدو حيوانا رائعاً. وعلى الرغم من انقراض الماموثات قبل بداية التاريخ المكتوب، إلا أننا نعرف شكله تمام المعرفة فقد استخرج بعضها مثلجا وكاملا من سيبريا، إذ ساعد البرد الذي قام بدور الثلاجة في حفظها بلحمها وأسنانها وذلك بالإضافة إلى مئات الأسنان والأنياب وبقايا العظام التي عثر عليها في أماكن متفرقة من العالم، ويقال إن شخصا قام بطهي قطعة من لحم ماموث مثلج عثرت عليه بعثة من العلماء الروس في إحدى المناسبات، ثم أكلها ليتذوق طعمها، ومن حسن حظ هذا الشخص أن أحد أفراد البعثة كان طبيبا.

وكثيرا ما يفترض البعض أننا لازلنا نعيش في آخر مراحل فترة من فترات التثليج وأن القلنسوات الجليدية التي تغطي أقطاب الأرض حاليا سوف تختفي تماما خلال عدة عشرات الآلاف من السنين، وسيعود الدفء مرة أخرى حتى يعم مناطق مثل جرينلاند والقارة القطبية الجنوبية. وربما كان هذا صحيحا أو غير صحيح، وربما كان ارتفاع درجة الحرارة بالمنطقة القطبية الشمالية بما لا يقبل الشك خلال آخر ربع قرن مضى دليلا لا يعول عليه في هذا الشأن، ولكنه إذا حدث ذلك فعلا فإننا سوف نقابل هذا التغير بشعور متضارب إذا نظرنا إلى ذلك من وجهة نظرنا الخاصة، ولسوف يرتفع مستوى سطح البحر عندما تذوب القلنسوات الكائنة عند قطبي الأرض، ويكفي أن تذوب ثلوج القطب الشمالي لتغرق معظم بريطانيا. ومع ذلك فلن يكون هذا الفيضان فجائيا،

ولابد من مرور مئات من السنين يرتفع فيها المد كإنذار للعالم، فليس هناك إذن ما يدعو إلى الخوف من حدوث أي كوارث عنيفة مفاجئة نتيجة لذوبان الثلوج.

ويمكن تلخيص مشكلة العهد الجليدي في سؤال واحد: ما الذي تسبب في حدوثه؟ هل كنا أكثر بعدا عن الشمس، هل قلت الحرارة التي ترسلها الشمس إلينا، أم هل ترجع موجات البرد إلى تغير مدار الأرض؟ وعند محاول الإجابة عن هذا السؤال يجب أن يؤخذ في الاعتبار أن العهد الجليدي الشهير بالبلايوستوسيني لم يكن الوحيد من نوعه فقط. وعلينا أن نتذكر في هذا المجال تلك الفترة الباردة التي بدأت في عصر الغابات الفحمية العلوي ثم استمرت خلال العصر البرمي، كما حدثت قبل ذلك بزمن طويل فترتان طويلتان من فترات البرد على الأقل.

وقد وضعت بعض نظريات غريبة جداً لتفسير هذه الظاهرة ومثال ذلك ما افترض من أن تغير ميل محور الأرض قد تسبب في تحول القطب الشمالي فكان موقعه شرقي المكسيك في عصر الغابات الفحمية، وجنوب ألاسكا في عهد الزواحف وفي القارة الأمريكية الشمالية أثناء العهد الجليدي الأخير! ويمكننا صرف النظر مباشرة عن هذه الفكرة ولكن نظرية تغير مدار الأرض تحتاج إلى الاستزادة من بعض المناقشة.

ومن المعروف أن الأرض تدور حول الشمس في مدار أو مسار دائري من الناحية العملية حتى إن المسافة بين هذين الجسمين تظل دائماً حوالي ٩٣ مليون ميل. ونحن نعلم علم اليقين أن هذه المسافة لم تتغير كثيرا منذ العصر الكمبري. ومن ناحية أخرى فليس هناك إدراك عام أن الأرض تصبح أقرب ما يكون إلى الشمس في فصل الشتاء بنصف الكرة الشمالي ويوضح الشكل رقم ١٨ سبب ذلك.

حيث تمثل (ش) الشمس، ا١ الأرض أثناء صيف شمالي خط الاستواء، ا٢ الارض أثناء شتاء شمالي خط الاستواء.

وتدور الأرض حول محورها بطريقة مماثلة لبرتقالة وخزت فيها إبرة تدريز (تريكو) ثم أديرت حول نفسها بعد ذلك، وهذا المحور ليس عموديا ولكنه مائل بزاوية قدرها ٢٣,٥ درجة ويميل القطب الشمالي في الوضع ا١ تجاه الشمس وفي هذه الحالة يستفيد البريطانيون أقصى استفادة من أشعة الشمس، أما في الوضع ا٢ فتميل خطوط العرض الشمالية في الاتجاه الآخر، وبالتالي تقل الحرارة المستقبلة من الشمس بداهة. وعلى الرغم من أن المسافة ش– ا١ أطول قليلا من المسافة ش– ا٢، إلا أن هذا لا يسبب في الواقع اختلافا كبيرا.

ولكن لو أن مدار الأرض حول الشمس قد تغير إلى قطع إهليلجي محدد كما هو موضح بالرسم الثاني من الشكل رقم ١٨ فسوف تصبح المسافة ش–ا١ أكبر بكثير من المسافة ش–ا٢ وسيكون نصف الكرة

الشمالي باردا حتى في الصيف ولن يذوب الثلج الذي يتكون في الشتاء أبدا.

ونقطة الضعف في هذه النظرية- لو أخذناها في الاعتبار- هي أن العصر الثلجي يصبح منحصرا في المناطق الشمالية فقط بينما نحن على يقين تام من أن البرودة كانت منتشرة في كل أنحاء الكرة الأرضية في العصر البلايوستوسيني على الأقل، وربما كان الحال كذلك في العصر البرمي.

وقد قام بدراسة هذه المسألة منذ عهد قريب الدكتور أ. ج. أوبيك الفلكي الأستوني الذي يعمل حاليا مديراً لمرصد أرماغ بشمالي ايرلندة. وقد دلت أبحاثه على أن الشمس نفسها هي المتسببة في ذلك إذ أننا نستقبل كمية أقل من المعتاد من الحرارة الشمسية أثناء أي عهد جليدي.

وإذا تخيلنا أن الأرض مغطاة بغلاف كثيف من السحاب أمكننا أن نلاحظ أن هذا السحاب سوف يعكس معظم دفء الشمس دون أن يسمح لها بالنفاذ للوصول إلى سطح الأرض على الإطلاق، وبالتالي ستنخفض درجة حرارة ذلك السطح، وقد تقدم البعض بهذا الاقتراح كسبب ممكن لحدوث فترات التثليج، ولكن من الصعب معرفة السبب في وجود هذه الفترات السحابية. وهناك اقتراح آخر مؤداه أن الشمس خلال رحلتها عبر الفضاء أحياناً ما تخترق سحابات غازية كبيرة الاتساع، ولكنها قليلة السمك، فيمتص الغاز بعضاً من أشعة الشمس قبل وصولها إلى الأرض، وقد محص الدكتور أوبيك كل هذه الآراء ولكنه توصل إلى أن التغيرات

الفعلية للطاقة الناتجة من الشمس هي التي تؤدي إلى حدوث موجات البرد.

والشمس نجم مثل كرة هائلة تدفقت منها الطاقة إلى الفضاء منذ آلاف الملايين من السنين، ولا زالت لديها القدرة الكافية على الاستمرار في الإشعاع لآلاف أخرى من ملايين السنين، ومع ذلك، فليست هذه العملية مجرد عملية احتراق بسيطة. فإذا تخيلنا كتلة من الفحم في حجم الشمس فإنها تحترق كلية خلال عدة آلاف من السنين فقط، لذا فمن الضروري أن يكون مصدر طاقة الشمس أكثر من ذلك تعقيداً. هذا وقد تمكنا خلال الخمسين سنة الأخيرة من معرفة ما يحدث في هذا الشأن.

وتحتوي الشمس على كمية كبيرة من غاز الأيدروجين الخفيف الذي يعتبر أكثر المواد انتشاراً في العالم كما علمنا من قبل. فإذا اتحدت أربع ذرات من الأيدروجين، نتج عن ذلك ذرة واحدة من غاز آخر خفيف ألا وهو الهيليوم، ولكن كتلة أربع ذرات أيدروجين متحدة معاً أكبر قليلا من كتلة ذرة الهيليوم، وهكذا يتبقى قدر صغير من الطاقة فينطلق. وهذا ما يحدث تماما في أعماق الشمس حيث تبلغ درجة الحرارة حوالي عشرين مليون درجة مئوية وكلما تتكون ذرة هيليوم جديدة تنبعث بالتالي كمية صغيرة من الإشعاع. ويوجد بالشمس أعداد خيالية لا حصر لها من ذرات الأيدروجين في انتظار دورها ليتحد بعضها ببعض، بما يضمن لهذه العملية أن تكون كافية لاستمرار الشمس في إشعاعها.

ومن الضروري أن تحدث تغيرات في كمية الطاقة الناتجة في نجم كبير نشط مثل الشمس، مثلما تتوهج وتخبو قطعة من الفحم المشتعل تماما. وقد تمكن الدكتور أوبيك من حساب عدد مرات "الخمود" التي تحل بالشمس ووجدها تطابق جيداً عدد الفترات الباردة التي تعرضت لها الأرض. ولذلك يبدو أن عهود الجليد ترجع بكل بساطة إلى البرودة المؤقتة لسطح الشمس.

وهذه الفكرة تجعلنا نتبين مدى صغرنا وضعفنا وكيف أننا نعيش تحت رحمة الشمس تماما. فلو أن الأرض تعرضت لفترة "خمود" طويلة أخرى للشمس لزحف الجليد من القطب حتى يصل إلى خط الاستواء، مغطياً أراضينا الزراعية وحدائقنا مسبباً لنا مر الشقاء. وإذا امتدت هذه الحالة فسوف تتجمد البحار وتموت جميع النباتات، أما نحن فسوف نفنى بصورة بائسة. ومن حسن الطالع أن حسابات الدكتور أوبيك قد بينت أن هذا لا يحتمل حدوثه، بل إننا مقبلون على فترة أخرى جميلة، وهناك احتمال في زيادة دفء الأرض خلال عدة آلاف من السنين المقبلة قبل أن تظهر أية علامة لعهد جليدي جديد.

ولما كان هذا الكتاب يحكي قصة الأرض لا قصة الإنسان، فليس هناك مجال إذن للدخول في كفاحه الأول، ولكننا على يقين من أن الإنسان الأول قد تحول بالتدريج إلى إنسان حقيقي خلال فترات الدفء بالعصر البلايوستوسيني. وقد بينت البقايا التي وجدت هنا وهناك ظهور مخلوقات مثل إنسان بكين "Pekin man" وإنسان جاوه، "Java man"

والتي تدل ملامحهم على بوادر من الذكاء[٣] وذلك في الفترة الواقعة بين أول موجتين باردتين أي منذ حوالي ٥٠٠,٠٠٠ سنة. أما إنسان هايدلبرج "Heidelberg man" الذي يرجع تاريخه إلى ٣٠٠ ألف سنة قبل الميلاد فقد كان أكثر إنسانية، وعندما نصل إلى إنسان نياندارثال " Neanderthal man"، الذي يرجع تاريخه إلى مائة ألف عام مضت، فلن نكون على يقين هل هو قرد أو إنسان إذا نظرنا إليه لأول وهلة. وقد سمى النياندارثاليون هكذا لأن جمجمة أحدهم وجدت في كهف في نياندارثال بألمانيا.

وقد كانوا غلاظ الأجسام، تميزوا بظهور منحنية وفكوك غليظة وجباه مفلطحة، كما كانوا أقصر منا قامة، وكانوا يجرون في ثقل، كما كانت تبدو عليهم مظاهر البهيمية. ومن ناحية أخرى، يبدو أنهم قد قاموا بدفن موتاهم، كما اتخذوا من جلود الحيوانات غطاء لأجسامهم، وعرفوا كيف يوقدون النار، بينما استخدم صيادوهم آلات حادة مصنوعة من الحجارة المشكلة.

وعلينا أن نسأل السؤال التالي كاختبار نهائي للصفات البشرية للإنسان الأول، هل كان يستطيع الكلام؟ ويتضح من دراسة فكوك النياندارثاليين أنهم كانوا لا يقدرون على الكلام بمعناه المفهوم لدينا، لذا يجب أن نفترض أنهم ليسوا من الجنس البشري كلية، ومن ناحية أخرى، فإن الكروماجنارديون "Cro- Magnards"، الذين ظهروا لأول مرة في

---

(٣) كان يدخل في زمرة هذه المجموعة إلى عهد قريب إنسان بيلتداون "Piltdown man" الذي وجدت جمجمته في حفائر بيلتداون في ساسكس منذ نصف قرن مضى، ولكنه اتضح أخيرا أن إنسان بيلتداون لم يكن له وجود على الإطلاق. وكانت البقايا تتمثل في جمجمة ذات عمر جيولوجي وسط علاوة على فك قرد حديث. وما زال صاحب هذه النكتة غير معروف لنا حتى الوقت الحاضر.

آسيا خلال الفترة الباردة الأخيرة من العهد الجليدي ثم نزحوا إلى أوربا، كانوا من بني الإنسان بدون أدنى شك، وقد قيل إنه من الصعب التمييز بينهم وبين بعض الأجناس الحديثة الأقل تطوراً. وسرعان ما أخذوا مكان شبيهات الإنسان، ومن المحتمل أن يكون ذلك قد تم بعد معارك مريرة، ولكن الإنسان الحقيقي انتصر بفطنته وذكائه، وفني شبيه الإنسان.

ويجب ألا نصدر حكما سريعاً بأن الكروماجنارديين هم أجدادنا المباشرون، فمن المحتمل أنهم ليسوا كذلك، وأنهم مثلوا فقط المراحل الأخيرة من تطور الحيوانات التي كانت تعيش فوق الأشجار في الحقب الثلاثي. وسواء أكان هذا صحيحاً أو لم يكن فقد ظهر الرجال الحقيقيون من أجدادنا قبل انتهاء العهد الجليدي بوقت طويل، ثم توصلنا أخيراً إلى العهود التاريخية عندما اختفت الرقائق الجليدية الرئيسية منذ ثمانية آلاف سنة قبل الميلاد. أما قصة العصر الهولوسيني وما يتبعها من استخدام الإنسان للحيوانات، وزراعته للأرض ثم تجمعه ليكون الجماعات والأمم ثم الحضارات العظيمة، فهذه لا تمت إلى علم الجيولوجيا بصلة.

لقد كان تاريخ الأرض قصة طويلة رائعة، وقد وصلنا نحن بنو البشر– إلى مسرح الحياة في أول الباب الرابع، وإن كنا لا نعرف كم عدد الأبواب المتبقية للمستقبل. وإذا نظرنا إلى الوراء عبر الماضي السحيق، أمكننا أن نتخيله كله ابتداء من الكرة الملتهبة الحمراء، إلى أن يبرد العالم السائل بالتدريج إلى أن تغمره المخلوقات البحرية، والغمر والانحسار اللذان صاحبا المد والجزر الكبير، ثم ظهور أول البرمائيات لتتبعها نباتات الغابات الفحمية الشاهقة ثم تجيء الدنصورات الرهيبة، إلى أن يحدث ذلك التغير

المفاجئ الذي قضى عليها، وفي النهاية ترتفع الثدييات إلى المجد ببطء، حتى نصل إلى وقتنا هذا.

وقد وجدنا صعوبة كبرى في قراءة هذا الكتاب، وربما نكون قد قرأنا بطريقة خاطئة بعض الصفحات المتناثرة هنا وهناك، ولكن الاتجاه الأساسي قد وضح لنا.

الباب الحادي عشر

في باطن الأرض

تحدثنا فيما سبق عن الظروف السائدة على سطح الأرض فقط، وقد تتبعنا القصة منذ الأيام السحيقة للأرض عندما كان عالمنا هذا كتلة ملتهبة حتى وقتنا الحاضر، ولكنه من الخطأ أن نفترض أن حرارة الأرض الأصلية قد فقدت جميعها، فلا زالت هناك حرارة باقية في باطن الأرض، ولازال بودنج عيد الميلاد ساخنا حتى الآن.

وعلى الرغم من أننا نعيش على سطح الأرض، إلا أننا للأسف لا نعلم إلا القليل عما بداخلها وإذا نظرنا إلى هذه المسألة من الناحية النظرية فإنه يمكننا أن نحفر بكل بساطة، ثم نحفر ونحفر إلى أن نخترق القشرة الأرضية كلها، وإن كان هذا لا يمكن القيم به من الناحية العملية فسمك القشرة الأرضية وحدها يبلغ أكثر من ٤٠ ميلا، بينما لم تتعد أعمق الحفر التي قام بها الإنسان في هذا العالم ما ينيف قليلا على عشرين ألف قدم وذلك في آبار البترول بكاليفورنيا.

وقد أثبتت التجارب العملية شيئاً واحداً، وهو أن درجة الحرارة ترتفع كلما تعمقنا في باطن الأرض، ويبلغ معدل نسبة الزيادة درجة فهرنهيتية كلما تعمقنا خمسين قدماً، ولكن هذه القيمة ليست ثابتة، إذ

هي أعلى في بعض الأماكن عن غيرها، حيث تلعب الظروف المحلية دوراً هاماً.

وإذا استمرت نسبة الزيادة هذه ثابتة حتى نصل إلى مركز الأرض فإن درجة الحرارة المركزية تكون في مستوى ٤٠٠ ألف درجة، وهذه الأخيرة تعلو كثيراً عن حرارة سطح الشمس ولكن وجود مثل هذه الحرارة الهائلة يبدو بعيداً عن الاحتمال وإذا كانت الحالة هكذا فعلا فمن المحتمل أن نكون قد شعرنا بها على سطح الأرض، وعلى كل حال فهناك الكثير من الجدل حول هذه النقطة، ولهذا فإنه من الضروري أن يقل معدل الزيادة لكل خمسين قدماً كلما تعمقنا في باطن الأرض، وربما كانت درجة الحرارة المركزية لا تعدو عدة آلاف قليلة من الدرجات.

والمعروف عن معظم الصخور أنها تنصهر تحت درجة حرارة مماثلة في الظروف العادية، ولكن الظروف قرب مركز الأرض ليست عادية بمقارنتها بالمستويات المعروفة لنا، وتقع كل قطعة من أي مادة تحت ضغط يماثل وزن الطبقات التي تعلوها، وهكذا يبلغ الضغط على عمق ٢٥ ميلا عشرة آلاف طن على القدم المربع وتؤدي مثل هذه الظروف إلى تغيير سلوك الصخور، وإن كنا لا نستطيع الحكم تماماً على مدى هذا التغيير وذلك لجهلنا بالقيمة الحقيقية لدرجة الحرارة المركزية.

وإذا كنا لم نتمكن من اكتشاف الحقيقة مباشرة، وجب علينا أن نستقي معلوماتنا بطرق أخرى، وأول هذه أهمية أن نعرف كم تبلغ كثافة

الأرض: وقد قام بأول تجارب مهمة في هذا المضمار، الفلكي الملكي نيفيل ماسكيلين "Nevil Maskelyne" عام ١٧٧٤. وكان ماسكيلين يعلم، بطبيعة الحال، أن كل جزء من مادة له شد من الجاذبية، وأنه كلما زادت كتلة جسم زادت قوة الشد الكلية لديه. وأفضل طريقة لتوضيح هذه الفكرة أن نتصور أن كرة كريكت قد أسقطت على الأرض، وقد سقطت الكرة على الأرض لأن الجاذبية الأرضية تشدها إليها، ولكنه من الصحيح أيضا أن نقول إن الكرة تحاول أن تشد الأرض إلى "أعلى" لتقابلها وبما أن كتلة الأرض أكبر بكثير جدا من كتلة الكرة، فإن الكرة تتحرك بسرعة بينما لا يمكن بأي حال من الأحوال أن نقيس الشد الطفيف الذي أثرت به الكرة على الأرض حتى لو استخدمنا في ذلك أكثر الأجهزة حساسية سواء الحاضرة منها أو المستقبلة، ولكن هذا التأثير موجود فعلا على الرغم من ذلك.

وإذا كان الشد بالجاذبية لكرة الكريكت صغيراً، فإن الأمر ليس كذلك بالنسبة لجبل، فشد جاذبيته أكبر كثيرا، وتتلخص طريقة ماسكيلين في تعليق بندول على مسافة محددة من أحد جوانب جبل اسكتلندي يسمى شيهاليون Schiehallion والذي يشبه الهرم شكلاً. وقد أرغمت قوة شد الجبل البندول على الميل قليلا في ناحية واحدة، بدلا من أن يتجه مباشرة إلى أسفل كما كان يجب أن يكون عليه الحال.

وقد استطاع ماسكيلين أن يستخلص من هذه التجربة ما يزيده وزن الأرض كلية عن وزن الجبل، ولما كانت كتلة الجبل معلومة، فقد أصبح من الممكن إذن حساب كتلة الأرض وبالتالي كثافتها.

ولا حاجة بنا إلى القول بأنه قد أجريت تصحيحات كثيرة في هذا الشأن لأن نتائج ماسكيلين الأولى لم تكن دقيقة، ومع ذلك فقد كانت هذه النتائج في مستوى صحيح. والآن وقد استحدثت طرق أكثر دقة مما سبق، فقد وجد أن الأرض تزن ما يعادل خمسة أمثال ونصف كرة من الماء في نفس حجمها. ومع ذلك فكثافة الصخور السطحية تساوي مثلين ونصفا أو ثلاثة أمثال ونصفا لكثافة الماء، وبالتالي فمن الضروري أن يكون لب الأرض المركزي أكثر ثقلا من ذلك حتى تصبح الكثافة الكلية للأرض $5\frac{1}{2}$، لذا يجب أن تكون كثافة اللب المركزي متراوحة بين ٨,١٠.

ومن الغريب أن نعرف أن موجات الزلازل تمثل أفضل مصدر لدينا لاستقاء المعلومات عن باطن الأرض. إذ تتقلص المادة الحارة الواقعة تحت القشرة الأرضية كلما أخذت في البرودة، فيتولد نتيجة لذلك شد هائل على القشرة الخارجية الصلبة الذي يظل في ازدياد حتى يجد مخرجاً، وهكذا تنزلق الصخور بعضها على بعض أو يتراكم بعضها فوق بعض مما يؤدي إلى حدوث الزلازل. وتحدث الهزة الفعلية عامة على بعد يتراوح بين خمسة أميال وثلاثين ميلا تحت سطح الأرض وإن كان بعضها أعمق من ذلك كثيراً، ويعرف هذا الموقع ببؤرة الزلزال. وتنتقل الهزة إلى

السطح الواقع فوق البؤرة مباشرة، ويسمى هذا الموقع من سطح الأرض بالمركز السطحي "Epicentre".

ويمكن للأجهزة الحساسة أن تقيس الهزات الزلزالية لمسافات تبلغ آلاف الأميال وقد وجد أن ثلاثة أنواع من الموجات تسري نتيجة لذلك، أولها الموجات الدافعة "Push Waves" ويرمز لها بالرمز "P"، وأفضل مثل تقارن به في حياتنا اليومية هو دراسة تحرك خط من عربات السكك الحديدية عندما ترجه قاطرة فترج العربة الأولى الثانية، ثم ترج الثانية الثالثة وتسير العملية هكذا على طول الخط. أما الموجات الثانية فيطلق عليها الموجات الهزازة[٤] "Shake Waves" ويرمز لها بالرمز "S" وهذه تشبه الموجات التي تتخذها حصيرة عندما تهزها من طرف واحد. وأخيراً تأتي الموجات الطويلة Long Waves التي يرمز لها بالحرب L وتنتقل هذه حول محيط الكرة الأرضية وتسبب معظم الخسائر المادية.

وتعتبر الموجات الدافعة أو الأولية أسرعها جميعاً. ولذا فهي أول ما تسجله الأجهزة من موجات لبعدها عن المركز السطحي، ثم تليها الموجات الهزازة أو الثانوية، ثم تأتي الموجات الطويلة في النهاية. وعلى الرغم من أن الموجات الدافعة والموجات الهزازة تنتقل خلال الأجسام الصلبة، إلا أن الموجات الدافعة هي التي تنتقل وحدها فقط خلال السوائل بينما لا تستمر الموجات الهزازة خلال هذا الوسط. فإذا فرضنا

---

(٤) يميل الرمزان "P"، "S" من الناحية اللفظية الصحيحة اللفظين "أولى Primary" و"ثانوي Secondary" على التوالي بدلا من الدافعة "Push" والهزازة "Shake".

أن كلا النوعين من الموجات حاول المرور خلال لب الأرض المنصهر، فسوف نجد أن هناك مناطق معينة من سطح الأرض لا تصل إليها الموجات الهزازة نتيجة لحجزها في باطن الأرض بينما تنفذ الموجات الدافعة والطويلة. وقد أوضحت دراسات هذه التأثيرات أن هناك لباً مركزياً للأرض ربما يبلغ قطره ١٠٠٠ ميل لا تستطيع أن تخترقه الموجات الهزازة ولذلك فمن الضروري أن يكون هذا اللب في حالة ما من حالات السيولة، ويبدو أنه يتكون من الحديد أو الحديد والنيكل.

وهكذا يمكننا أن نرسم صورة معقولة جداً لما تتكون منه الأرض، وإذا بدأنا من السطح وتعمقنا في الداخل فإننا نصادف أولا القشرة الأرضية التي تتراوح في السمك من ٤٠ إلى ٥٠ ميلا وتتكون من جرانيت تعلوه صخور رسوبية. ثم توجد تحت القشرة الأرضية طبقة يبلغ سمكها ٦٠٠ ميل وتتكون غالباً من صخر يسمى البيريدوتيت Peridotite، ثم تليها طبقة من مادة حجرية تمتد إلى عمق يقرب من ٢٠٠٠ ميل نصل بعدها إلى لب الأرض الذي يتكون غالباً من الحديد أو الحديد والنيكل.

وإذا كان للزلازل فوائدها فإنها يمكن أيضا أن تكون شديدة التخريب خصوصاً إذا كان مركزها السطحي يقع تحت البحر حيث تؤدي إلى إحداث أمواج هائلة في البحر. وقد عانت بعض المدن- مثل يوكوهاما في اليابان ولشبونة في البرتغال- الكثير من جراء هذه الأمواج فيما مضى. وتنحصر الزلازل أساساً في مناطق معينة وتعتبر اليابان من

أسوأ هذه المناطق حالا. أما في بريطانيا فكثيراً ما يشعر الناس بهزات خفيفة، وربما كان أعنف ما سجل منها في بريطانيا ذلك الزلزال الذي حدث في ديسمبر سنة ١٨٩٦ في هيرفوردشير حيث عم التدمير مساحة تقدر بعدة مئات من الأميال المربعة وإن لم يحدث لحس الحظ خسائر في الأرواح.

ويمكننا دراسة المواد الموجودة في داخل الأرض في بعض المناسبات وذلك عندما تقذف البراكين النشطة، تلك الجبال المشتعلة، ببعض هذه المواد. وقد سميت البراكين بصمامات الأمن لأنها تعتبر إحدى وسائل تسرب الغازات الساخنة جداً وكذلك مواد الصخور المنصهرة أو الصهير "Magma" الموجودة تحت الجزء العلوي من القشرة الأرضية. وتوجد بعض البراكين في حالة ثوران مستمر مثل بركان سترومبولي الشهير الواقع في البحر الأبيض المتوسط، كما أن هناك براكين أخرى تنتابها انفعالات عرضية عنيفة تتبعها فترات طويلة من الهدوء النسبي ومثال ذلك بركان فيزوف الذي يعتبر أكثر شهرة من سابقه سترومبولي. هذا وقد توقف نشاط بعض البراكين كلية منذ زمن طويل، وتسمى في هذه الحالة بالبراكين الخامدة. ويوجد بعض هذه الأخيرة حتى في بريطانيا نفسها، وربما كان الريكين بمقاطعة شروبشير، الذي يبلغ ارتفاع قمته المتواضعة أكثر قليلا من ألف قدم، بركاناً في وقت من الأوقات وإن كان التأكد من هذه النقطة عسيراً.

ويوضح الشكل رقم ٢١ الثوران البركاني، إذ توجد طبقة من مادة حارة ونصف منصهرة على عمق ٢٠ ميلا على الأقل. ويزداد الضغط تحت الحشو الجامد في ممر البركان الذي يعتبر بمثابة صمام أمن، وعندما يصل الضغط إلى حد معين يقذف البركان بهذا الصمام ثم يبدأ في ثورانه وتندفع الحمم من فوهته ثم يسقط جزء منها على شكل كتل كبيرة من الخبث، بينما تنساب الحمم السائلة، كما تتطاير بعض كتل كبيرة من الصهير عالياً في الهواء حيث تنفجر لما تحويه من بخار الماء المحبوس بداخلها، وتسمى هذه بالقنابل البركانية، وتتكون المواد الناتجة حول فم الممر لتكون شكلا مخروطياً، ثم تبرد الحمم عندما يتوقف اندفاع الغاز من البركان، ويعود الحشو الجامد أو الصمام إلى التكون مرة أخرى، وبذا ينتهي هذا الثوران البركاني.

ويعتبر بركان فيزوف أشهر براكين العالم جميعها، ويقع قرب نابولي بإيطاليا. وقد ساد الاعتقاد بأنه بركان خامد حتى عام ٦٣ بعد الميلاد إذ اتخذ العبيد الرومان تحت زعامة سبارتا كاس من فوهته مأوى لهم وملاذاً أثناء ثورة العبيد المشهورة في عام ٧٢ قبل الميلاد حيث هاجمهم جنود أنزلوا إلى داخل الفوهة بعد تسلقهم الحائط. وقد حدثت بعض الهزات الخفيفة في عام ٦٣م، وقد شعر بها السكان المجاورون ولكنهم لم ينزعجوا كثيراً لما حدث. ثم جاءت الكارثة فجأة في أغسطس من عام ٧٩ ميلادية فقد ازدادت الهزات وانتهت بانفجارات مروعة أطارت بنصف مخروطة في الهواء، وانطلقت الأبخرة والغازات وانهمر الرماد الحار في جميع الجهات، وقد دمرت المدينتان التعيستان، بومبي

وهيركيولانيوم تدميراً شاملاً وطوت صفحة الموت الكثير من سكانهما. وكان الكاتب الروماني المشهور بليني الأكبر أحد الذين ماتوا في هذه الكارثة.

ومنذ هذا الوقت وثوران بركن فيزوف يجري في مواعيد غير منتظمة وإن كان لم يصل بعد إلى الدرجة التي حدث بها في عام ٧٩ ميلادية. ويمكننا تسلق المخروط عندما يكون البركان نفسه في حالة سكون، ولابد من أن نأخذ حذرنا في ذلك الوقت من تلك الغازات الرديئة التي تتصاعد من فوهته. وهناك بركان إيطالي آخر يعرف ببركان أطنة Etna الذي يعتبر في حالة ثوران مستمر منذ عام ٤٠٠ قبل الميلاد، وكثيراً ما يتطاير الجزء العلوي من المخروط ليتكون مرة أخرى. وقد انهارت قمم الجبل ذات مرة خلال عام ١٦٦٩. وابتلعت أنهار الحمم خمس عشرة مدينة وقرية. وبركان سترومبولي، الذي يقع في جزر ليباري في البحر الأبيض المتوسط، ما هو في الحقيقة إلا جزيرة قطرها خمسة أميال ولها مخروط يبلغ ارتفاعه نصف ميل، ويتسرب البخار باستمرار من فتحة في أحد جوانب الجبل على ارتفاع يقل عن القمة بحوالي ألف قدم، كما ترمي هذه الفتحة بالمواد بعيداً في البحر وتضيء الحمم المتوهجة سحب البخار التي تحلق حول الجبل، ولذا يسمى سترومبولي "بفنار البحر الأبيض المتوسط".

وكان أسوأ ثوران بركاني سجله التاريخ المكتوب ذلك الذي حدث في ٢٧ أغسطس من سنة ١٨٨٣ في جزيرة كراكاتوا Karakatoa

الواقعة بين جاوة وسومطرة. وقد تطاير ثلثا الجزيرة، وأغرق البحر الموقع الجبلي حتى أصبح تحت عمق يزيد عن ألف قدم، وكان الضجيج يسمع عالياً في جزيرة سيلبس Celebes التي تبعد أكثر من ٩٠٠ ميل عن كراكاتوا حيث أرسلت السفن إلى عرض البحر لترى ما إذا كانت هناك سفن قد تهشمت نتيجة لذلك. وقد انطلقت الأبخرة والغبار إلى ارتفاع يبلغ عشرين ميلا، وعلقت بالغلاف الجوي العلوي لمدة تنيف على سنتين مكونة حلقات جميلة سحرية حول قرصي الشمس والقمر، كما قذف البركان الثائر كتلا من الحجارة تزن كل منها حوالي الخمسين طناً لعدة أميال إلى داخل الجزيرة، وغرق أكثر من ثلاثين ألف نسمة من جراء موجات المد والجزر، التي سببتها هذه الهزة.

ويقارب ما سلف في السوء ثوران سنة ١٩٠٢ لبركان مون بيليه الذي يقع في مارتينيك إحدى جزر الهند الغربية الفرنسية. وقد ازداد نشاط البركان في ابريل من ذاك العام، وتصاعدت الغازات المشحونة، بالكبريت لدرجة نفقت معها الحيوانات بمدينة سان بيير التي تبعد خمسة أميال عن البركان. وفي الثامن من شهر مايو انطلقت فجأة سحابة سوداء هائلة من فوهته فدمرت مدينة سان بيير وخربتها تماماً، واشتعلت الحرائق في المباني إما بفعل الغازات الساخنة أو بفعل الصخور الملتهبة التي حملتها هذه الغازات، ثم أمطرت السماء طينا وحجارة بعد دقائق قليلة فقضت على البقية الباقية من المدينة التي لم ينج منها سوى اثنين من سكانها الذين كان يبلغ عددهم ثلاثين ألفا، وعندما أمكن الاقتراب من فوهة البركان مرة أخرى

تبين أن مخروطا طويلا يعلوه، ويحيط به حلزون من الحمم البركانية الجامدة.

وتعتبر براكين "أرض النار الأزلية" بهاواي أشد بهاء وأقل تخريباً من البراكين السالفة الذكر. ويوجد بركانان في جزيرة هاواي نفسها هما "مونا لوا Mauna Loa" و"كيلاويا Kilauea" وتتكون فوهة كل منهما من سلسلة من السلالم تؤدي إلى قاعدة من الحمم الجامدة التي تبدو مثل سقف يغطي ما تحتها من نيران. وعندما يحدث ثوران بركاني ترتفع القاعدة إلى أعلى ويظهر بها شقوق تخرج منها نافورات من اللهب، ثم تندفع الحمم من جوانب الفوهة وتتدفق في اتجاه البحر على شكل نهر مياهه مواد منصهرة حمراء.

أما البراكين الأكثر اعتدالا فتتخذ شكل الفوارات والينابيع الساخنة وتوجد في أماكن متباعدة مثل أيسلندة ونيوزلندة. وقد شوهد فعلا مولد بركان في حالة أو حالتين. ففي العشرين من شهر فبراير سنة ١٩٤٣ كان هناك فلاح مكسيكي يحرث في حقله، عندما اهتزت الأرض من تحته، ثم تشققت وظهرت بها فتحات، أخذ يتصاعد منها الدخان. وقد جد الفلاح في الجري طلباً للنجدة، كما يحدث عادة في مثل هذه الأحوال، ثم رجع بعد ربع ساعة ليرى أن البركان قد تقدم في الثوران فعلا، وفي صبيحة اليوم التالي كان البركان الجديد يبلغ ثلاثين قدماً في الارتفاع ثم أصبح ألف قدم خلال العام الأول من عمره. وقد أطلق على هذا البركان اسم باريكوتين Paricutin الذي ما يزال نشطاً حتى الوقت الحاضر.

ومن حسن حظ البريطانيين أنه لا يوجد في بريطانيا مثل هذه الانفجارات المروعة، حيث القشرة الأرضية ثابتة نسبياً، ولكن الحال لم يكن كذلك فيما مضى، ففي أعماق الماضي السحيق كان في بريطانيا، أو على الأصح في موقعها، براكين وزلازل أيضاً وتذكرنا الكوارث مثل تلك التي حدثت في كاراكاتوا والثورات المفاجئة مثل ثورة باريكوتين بأن الأرض ما زالت عالما نشطا، وربما كانت الآن أقل عنفا عما كانت عليه فيما مضى ولكنها ما زالت على قدر كبير من الحياة.

الباب الثاني عشر

الغلاف الجوي

مما لا شك فيه أن الهواء يعادل في أهميته اليابسة أو البحر إذا نظرنا إلى هذه المسألة من وجهة نظرنا الخاصة، ونحن نعيش في محيط من الغلاف الجوي تماما كما تعيش السمكة في محيط منا لماء وبدونه لا نستطيع البقاء على قدي الحياة ولو للحظة واحدة.

ونميل نحن بنو البشر إلى تناسي وجود الهواء لأننا لا نتمكن عادة من رؤيته إلا إذا تراكم ضباب أو غبار كثيف، وإن كنا مع ذلك نسمع ونحس بتأثيراته بسهولة، فإذا ثنيت راحة يدك وأدرتها بسرعة فإنك ستحس بطردها للهواء، وبالمثل إذا أمسكت بعصا من الخيزران وأرجحتها في الهواء بسرعة فسوف تحدث حفيفا عاليا لأنها تزيح الهواء من طريقها.

ويتكون الهواء، مثله في ذلك مثل كل الغازات، من ذرات ومجموعات للذرة أو جزيئات، ومع ذلك فالهواء ليس عنصراً، بل يتكون من خليط من غازات مختلفة أساسها الأكسجين والنيتروجين ويساهم النيتروجين بأكبر نسبة في تكوين الهواء إذ يمثل ٧٨٪ من الغلاف

الجوي، ولكن أكثر هذه الغازات أهمية من وجهة نظرنا الخاصة الأكسجين الذي يجب أن نستنشقه لنعيش، كما يوجد بالإضافة إلى ما سبق كميات ضئيلة من عناصر أخرى مثل الأرجون وكذا قليل من ثاني أكسيد الكربون. ومن المؤكد أن غاز ثاني أكسيد الكربون كان أكثر توافراً قبل عهد الغابات الفحمية عما هو عليه الآن، وقد تسببت النباتات الخضراء في التخلص من معظم هذا الغاز وإحلال الأكسجين النقي محله.

وكان يظن أن الغلاف الجوي يملأ الفضاء كله، ويمتد إلى ما وراء النجوم، ولكنا نعرف الآن أن هذا من الخيال. وإذا رسمنا شكلا تخطيطيا بمقياس معين تمثل فيه الكرة الأرضية في حجم بيضة كروية لكان سمك الغلاف الجوي مساويا على وجه التقريب لقشرة البيضة. ولا يتبقى إلا القليل من الذرات والجزيئات على ارتفاع يزيد على حوالي ١٢٠ ميلا حتى إن هذه لا تبدي أي مقاومة على الإطلاق، وبهذا نكون قد وصلنا إلى الفضاء الحقيقي، على الرغم من استمرار وجود آثار للغلاف الجوي إلى ارتفاع قد يبلغ ألفا من الأميال.

ويرجع الفضل للعلماء العرب في أنهم كانوا أول من أدرك أن الهواء محدود منذ ٩٠٠ سنة مضت، ولكنهم بطبيعة الحال، لم يتمكنوا من إجراء أي تجارب عملية في هذا الشأن، إذ لم يتمكنوا من الارتفاع في الهواء واكتشاف ذلك بأنفسهم. وحتى عندما اخترعت البالونات في أواخر القرن الثامن عشر، لم يكن من الممكن الارتفاع إلى أكثر من ميل

أو ميلين. ويرجع تاريخ الحصول على أول معلومات عن طبقات الجو العليا إلى عام ١٨٩٨ فقط، عندما بدأ العالم الفرنسي تيسير ينك دي بور سلسلة من التجارب الهامة باستخدام بالونات لا قائد لها وتحمل أجهزة في نفس الوقت.

وقد تبين أن الهواء يصبح أكثر برودة وتخلخلا كلما زاد ارتفاعنا فيه. ويقدر معدل الانخفاض في درجة الحرارة أو نسبة البرودة بما يقرب من ثلاث درجات فهرنهيتية كلما ارتفعنا ألف قدم، والواقع أنه لو وقف رجل على قمة جبل ارتفاعه ألف قدم فسوف يكون أقرب نسبيا إلى الشمس منه لو وقف في مستوى سطح البحر، ولكن هذه الألف قدم لا تعتبر شيئا يذكر ويمكن تجاهلها لو قورنت بالمسافة بين الشمس والأرض والتي تبلغ ٩٣ مليون ميل، والحقيقة أن أشعة الشمس لا ترفع درجة حرارة الجو مباشرة بل تسقط هذه الأشعة على الأرض بعد اختراقها للغلاف الجوي فترتفع بذلك درجة حرارة الأرض التي تشعها بدورها بطريقة مختلفة وتنقلها بذلك إلى الجو. ولما كان ارتفاع درجة حرارة الجو يرجع إلى تدفئة هذا الأخير بواسطة الأرض، كان من الحتمي أن تنخفض درجة الحرارة كلما ارتفعنا في الهواء، وهذا هو ما يحدث بالفعل وإن كانت هناك عوامل أخرى يجب أن تؤخذ أيضا في الاعتبار.

وقد أوضحت الأجهزة التي أطلقت في بالونات دي بور أن الحرارة تستمر في الانخفاض- كما هو متوقع- حتى نصل إلى ارتفاع يبلغ حوالي سبعة أميال حيث تنخفض درجة الحرارة إلى ٧٠ فهرنهيتية. ولم

تسجل الأجهزة أي اضطراد في البرودة بعد تجاوزها للسبعة أميال في الارتفاع. هذا وقد دلت التجارب اللاحقة على وجود حزام ذي درجة حرارة أكثر ارتفاعا فعلا على ارتفاع يقرب من ثلاثين ميلا ويرجع ذلك إلى وجود طبقة من الأوزون وهو أحد الأشكال الخاصة للأكسجين يمكنها امتصاص بعض من أشعة الشمس.

والمعنى العلمي لدرجة الحرارة Temperature يخالف تلك الفكرة العادية التي لدينا عن الحرارة Heat، إذ تعني مجرد تطاير الذرات والجزيئات بسرعة كبيرة، لذا فمن صحيح القول أن الحزام الموجود على ارتفاع ثلاثين ميلا يعتبر "حارا" من الناحية العلمية، كما أنه يصح أيضا أن نقول إنه لو تمكنا من الدخول في هذا الحزام فلن نشعر بالدفء على بشرتنا ولو أن بالونا ارتفع إلى هذا الحزام المرتفع في درجة حرارته فلا خوف عليه من الاحتراق بالتبعية.

وهكذا أمكن، تدريجا، رسم صورة يعتمد عليها لغلافنا الجوي بطبقاته المختلفة التي يتكون منها، ويبدو أنه مكون من سلسلة من "قشور" مثل قشور البصل، وإن كانت حدود القشور الخاصة بالغلاف الجوي غير واضحة المعالم كما أن لكل "قشرة" اسمها الخاص. وتعرف أكبر هذه القشور حيث نعيش باسم التروبوسفير Troposhere وتحوي السحب المألوفة وظواهر أخرى مماثلة وتنتهي عند ارتفاع يقرب من سعة أميال. وتعلوها التروبوبوز Tropopause، ثم نصل إلى تلك المنطقة التي فحصها دي بور وسماها بالاستراتوسفير Stratoshpere الذي ينتهي

بدوره عند ارتفاع يتراوح من ٦٠ إلى ٧٠ ميلا، ويتبعه بعد ذلك الأيونوسفير Ionosphere وتبدأ آخر هذه القشور ألا وهي الأكسوسفير Exosphere الذي يبتدئ على ارتفاع يقرب من ١٢٠ ميلا وليس له حد علوي مؤكد، بل يظل يختفي بالتدريج حتى لا تتبقى جزيئات هواء على الإطلاق.

وكان العالم البلجيكي الشهير الأستاذ بيكار أول من قام باكتشافات في الاستراتوسفير إذ ارتفع بالون خاص في السابع والعشرين من مايو عام ١٩٣١ حتى وصل إلى ارتفاع $9\frac{3}{4}$ من الأميال، وكانت هذه الرحلة في الواقع محفوفة بالمخاطر ومليئة بالأحداث. وقد بدأ بيكار رحلته من مدينة أوسبيرج وسرعان ما قذفته الرياح فوق جبال الألب مباشرة وأخيرا هبط فوق إحدى الثلاجات الجبلية، وقد وصل الأستاذ بيكار في السنة التالية إلى ارتفاع عشرة أميال ونصف وتمكن من الهبوط في مكان مناسب في أحد سهول إيطاليا. وبعد مرور ثلاث سنوات جرت خلالها عدة محاولات لجماعات مختلفة وحدثت كارثة أو كارثتان، تمكن اثنان من الأمريكيين هما ستيفنز وأندرسون من الوصول إلى ارتفاع أربعة عشر ميلا تماما، وظل هذا رقما قياسيا للبالونات التي يقودها إنسان.

ومن الأشياء غير المألوفة عن السماء كما ترى من مثل هذه الارتفاعات أن لونها يختلف عن لون السماء التي نعرفها، فالشمس ترسل أشعتها التي تتكون من جميع الألوان، وبينما نجد أن الأشعة الحمراء والصفراء يمكنها اختراق طبقات الهواء الكثيفة، نرى الأشعة الزرقاء وقد

انعكست في السماء فتعم الزرقة. وفي طبقات الجو العليا لا نجد من الهواء ما يكفي لانعكاس اللون الأزرق انعكاسا جيداً، فيعتم لون السماء متدرجا من اللون البنفسجي إلى الرمادي ثم أخيرا إلى اللون الأسود، ومن الضروري أن تكون السماء مظلمة تماما في الفضاء الخارجي على ارتفاع يزيد على عشرين أو ثلاثين ميلا حتى ولو كانت مجاورة للشمس.

وقد بلغت البالونات التي لا يقودها بشر ارتفاعات أكثر من تلك التي تمكن ستيفنز وأندرسون من الوصول إليها. وقد استخدمت في السنوات الأخيرة طريقة حديثة لاستكشاف الاستراتوسفير، بل والأيونوسفير أيضا، ويتمثل ذلك في استخدام القوى الصاروخية. فقد تمكنت طائرات صاروخية من الارتفاع إلى ٨٥٠٠٠ قدم، بينما وصلت الصواريخ التي لا يقودها بشر إلى ارتفاع يبلغ ٢٥٠ ميلا. ويمكننا أن نقول إننا قد وصلنا إلى الفضاء الحقيقي في الحالة الأخيرة، لأن الهواء مخلخل جداً على ارتفاعات تزيد على ١٢٠ ميلا حتى إنه لا يسبب أية مقاومة تذكر.

وقد أمدتنا الأبحاث الصاروخية بمعلومات كثيرة عن الطبقة العليا ويعتبر الأيونوسفير، مثلا، على جانب كبير من الأهمية لوجود "طبقات عاكسة" به، والتي تعيد إرسال موجات الراديو ثانية، فتدخل بذلك الاتصالات اللاسلكية الطويلة المدى في حيز الإمكان. وقد بدأت هذه الأبحاث منذ سنين قليلة خلت، ولكنها حققت بالفعل نتائج باهرة، وتستجد اكتشافات عديدة في هذا المجال كل عام.

ويحمينا الغلاف الجوي من الأخطار المختلفة للفضاء الخارجي علاوة على ما يمدنا به من أكسجين. فمثلا طبقة الأوزون في الاستراتوسفير تمنع عنا نوعاً معيناً من إشعاعات الشمس الضارة التي لو وصلت إلى الأرض لمحت الحياة من على وجهها، كما أن عمق الغلاف الجوي الكبير يمنع تعرضنا للأشعة الكونية التي تعتبر من أسوأ أنواع الجزيئات الغريبة ذات السرعة الكبيرة والتي ما زال كنهها غامضاً إلى الآن، كما يرد الغلاف الجوي الواقي كذلك النيازك أو الشهب وهي أجسام صخرية صغيرة تدور حول الشمس.

ولا يوجد ما يعوق شهابا من الحركة طالما كانت هذه الحركة تحدث في الفراغ الخالي من الهواء، ولكن عندما يقترب شهاب من الأرض فإنه ينجذب تجاهها بفعل شد الجاذبية الأرضية. وحالما يدخل شهاب منطقة المقاومة التي تقع تحت ارتفاع ١٢٠ ميلا، فإنه يحتك بجزيئات الهواء، ومن ثم ترتفع حرارته حتى يصبح ساخناً ثم ينفجر مشتعلا، وهذا ما نعني "بالشهاب". وتشتعل معظم الشهب بمجرد سقوطها إلى ارتفاع ٧٠ أو ٦٠ ميلا، بينما تقاوم قلة منها من ذات الأحجام الكبيرة حتى تصل إلى سطح الأرض، ونجدها في النهاية على شكل كتل صخرية تعرف بالأحجار السماوية أو النيزكية. وقد سقط واحد منها في سيبريا عام ١٩٠٨ وكان يتميز بحجم كبير، فأدى إلى إسقاط أشجار الغابات على الأرض في منطقة يبلغ نصف قطرها خمسين ميلا عن مركز سقوط هذا الحجر السماوي.

ولولا الهواء لظللنا نعاني طوال الوقت من الهجمات النيزكية، ولأصبحت الحياة على سطح الأرض جحيماً لا يطاق، ولكن نظرا لوجود ذلك الحجاب الجوي فليس هناك ما يدعو إلى الخوف من أن تسقط إحدى هذه الصخور على أم رأسنا، ولم يحدث في التاريخ أن أصابت الشهب غير أربعة أو خمسة أفراد.

ويعتبر الشفق القطبي أو الأضواء الشمالية، دون جدال، أكثر ظواهر طبقات الجو العليا جمالا. وترجع هذه الأضواء إلى جزيئات مكهربة تنبعث من الشمس ثم تنجذب نحو قطبي الأرض المغناطيسيين، فتصطدم بالغلاف الجوي العلوي مسببة وهجاً رائعاً، ويكاد الشفق القطبي يرى طوال الوقت في أقصى الشمال وأقصى الجنوب عندما تكون الشمس تحت مستوى الأفق، أما في انجلترا مثلا فهو أقل ظهوراً ويرجع ذلك لبعدها عن القطب المغناطيسي، ولكن بعض هذه الظواهر المتألقة يمكن مشاهدتها بين الحين والحين، ومثال ذلك ما شاهده سكان جنوبي انجلترا من توهج السماء كلها في السادس والعشرين من يناير لعام ١٩٣٨ حتى اعتقد معظم الناس أن حريقاً قد شب في لندن.

ودراسة طبقات الهواء الدنيا بما فيها من عواصف وضباب وأعاصير تتبع علم دراسة الطقس أو علم الأرصاد الجوية، وتحتاج إلى إفراد كتاب مستقل لها. ومع ذلك، فإذا ما تكلمنا عن كوكبنا هذا فيجب ألا ننسى أن الغلاف الجوي يشكل جزءاً هاماً منه، وبدون الهواء ما كانت الحياة لتبدأ، وما كانت قصة الأرض لتسطر.

الباب الثالث عشر

عالم الأرض

عندما ننظر عبر مساحة مستوية ممتدة من الأرض كشاطئ رملي أو سهل عشبي، فإننا ندرك السبب الذي من جله اعتقد أجدادنا الأولون أن الأرض مسطحة. ولقد عرفنا منذ زمن بعيد فعلا أن الأرض كروية، بل إن عالماً إغريقياً يدعى إراتوسينيز، الذي عاش عام ٢٥٠ قبل الميلاد، استطاع أن يقيس حجم الأرض بدقة كبيرة، ومع ذلك فقد كان الاعتقاد السائد في ذلك الوقت أن الأرض مركز الكون وأن الشمس والقمر والأجسام السماوية الأخرى تدور حولها مرة كل مرة، ولم يثبت خطأ هذه الفكرة إلا منذ ٤٠٠ سنة فقط.

ومن السهل إيضاح السبب الذي من أجله تبدو الأجسام السماوية ظاهرياً وكأنها تدور حول الأرض مرة كل يوم، ومن المعروف أن الأرض تدور حول محورها مرة كل ٢٤ ساعة وهذا الدوران هو الذي يسبب الدوران الظاهري للشمس والنجوم. ويشير محور الأرض شمالا في السماء إلى نقطة قريبة من النجم القطبي، ولذا يبدو هذا النجم وكأنه ثابت في مكانه وكل شيء عداه يدور حوله. وينطبق هذا على الشمس أيضاً، ولكن النجوم تختفي في أثناء النهار بداهة بتأثير الوهج الشمسي. ولا يمكننا أن نرى النجم القطبي جنوبي خط الاستواء لأن الكرة الأرضية

نفسها تقف عائقاً في الطريق، ولا يوجد نجم قطبي لامع في الجنوب، وأقربها ذلك النجم الخافت الذي يعرف باسم سيجما أو كتانتيس.

والقمر هو الجسم الوحيد الذي يدور حقاً حول الأرض، وهناك احتمال كبير بأنه لم ينفصل من الأرض بل كان على الدوام كرة منفصلة عنها كما سبق أن ذكرنا. ومع ذلك، فالقمر أقرب جار إلينا في الفضاء، ولكونه هكذا قريباً جداً فإن تأثيره كبير على الأرض ويعتبر على وجه الخصوص السبب الرئيسي للمد والجزر.

والطريقة المثلى لتفسير المد والجزر هي أن نتخيل الأرض مغطاة تماماً بمحيط ضحل متجانس العمق كما هو موضح بالشكل رقم ٢٢. وللقمر قوة شد كبيرة ناتجة عن جاذبيته، حتى إن المياه تتكوم وترتفع عند النقطة م الواقعة تحته مباشرة، كما تحدث كومة أخرى مماثلة في الجانب المقابل للأرض عند النقطة $م_{١}$.

وإذا نظرنا إلى الشكل رقم ٢٢ فإننا نرى أنه لم يرسم بمقياس رسم معين ولذلك تظهر طبقة الماء أكثر عمقاً عما تكون عليه في الحقيقة.

ولا تتحرك كومة المياه هذه بدوران الأرض حول محورها، بل تحاول أن تظل باقية تحت القمر، وينتج عن ذلك أن تبقى كومات المياه حيث هي بينما تدور الأرض، وهكذا تسير هذه الكومات حول سطح الأرض مرة في كل دورة، ويتكرر المد العالي تبعاً لذلك مرتين كل يوم.

ولما كان القمر يتحرك في مساره فإن كومات المياه ذاتها لا تبقى ساكنة بل تتحرك هذه ببطء متتبعة القمر، ويتأخر حدوث المد العالي خمسين دقيقة في المتوسط كل يوم في أي ميناء.

فالأرض ليست محاطة كما نعلم بطبقة مائية من هذا القبيل، فبعض المحيطات أعمق بكثير من غيرها، كما أن كتل اليابسة تتداخل مع السريان المنتظم للمياه، ولذلك فإن المد والجزر ليسا متجانسين كما لو كانا يحدثان في كوكب مغطى بالمحيط تماماً. كما يجب أن يؤخذ في الاعتبار التأثيرات المحلية التي قد تكون بارزة، ومثال ذلك ما يحدث في سوثها مبتون حيث يتتابع مدان عاليان في إثر بعضهما البعض نظراً للشكل الذي يتخذه الساحل ولوجود جزيرة وايت.

والمد والجزر الناتجان عن تأثير الشمس أضعف بكثير من اللذين يسببهما القمر، ولكن، على الرغم من هذا فلهما تأثير يجب أن يؤخذ في الاعتبار. وعندما يكون جذب الشمس والقمر في اتجاه واحد فإن ذلك يؤدي إلى حدوث مد عال أو ينبوعي، وعندما يكون جذب الشمس متعامدا على جذب القمر يحدث المد المحاقي الذي يعتبر أقل عنفا من سابقه، وعلاوة على ذلك، فالأراضي مثل البحار تظهر فيها تأثيرات مدية وجزرية، وإن كان لا يمكن ملاحظتها بداهة بدون أجهزة خاصة غاية في الدقة والحساسية، كما يوجد هناك بالمثل مد وجزر في الغلاف الجوي أيضاً.

ولكي نأخذ فكرة حقيقية عن مكانة الأرض بالنسبة للكون في مجموعه، فإنه من الطريف أن نقارنها أولا بكواكب المجموعة الشمسية، وسوف نجد أن أربعة منها كبيرة جداً ألا وهي المشترى وزحل وأورانوس ونبتيون، وأن المشترى وحده يساوي حجم ١٣٠٠ أرض مثل أرضنا هذه، بينما تبلغ الزهرة نفس حجم الأرض تقريبا، أما المريخ وبلوتو وعطارد فهي أصغر دون شك. والكواكب الكبيرة باردة لا تغرى بالبقاء عليها وغلافها الجوي سام، أما عن بلوتو وعطارد فهما صغيران حتى أنهما قد فقدا معظم الهواء الذي كان يحيط بهما في يوم من الأيام، وعموما فالزهرة والمريخ أقرب شبها للأرض من غيرهما، والمريخ أبعد عن الشمس ويعادل قطره حوالي نصف قطر الأرض، وهو لهذا كرة جافة باردة، أما غلافه الجوي ففقير في الأكسجين حتى إننا وصلنا إلى نتيجة بأنه لا يمكن لأي شيء أن يعيش هناك سوى بعض النباتات الدنيئة. أما الزهرة فله مشكلة خاصة، إذ كان من المنتظر أن تكون ظروفه مشابهة للظروف السائدة على الأرض لأنه في نفس حجم الأرض وكتلتها تقريبا، ولكن الحال ليس كذلك، فغالبية الغلاف الجوي للزهرة يتكون من غاز ثاني أكسيد الكربون، كما أن من الضروري أن يكون سطحه مرتفع الحرارة. والواضح أنه لا يوجد نباتات خضراء هناك لتأخذ ثاني أكسيد الكربون وتعطي غاز الأكسجين بدلا منه، ولذا فمن المحتمل أن يكون كوكب الزهرة سائراً الآن في ظروف مشابهة لتلك التي مرت بها الأرض إبان العصر الكمبري وقت أن كان العالم تنتشر فيه رقع واسعة من المحيطات الدافئة توشك بوادر الحياة على الظهور بها. ولن نكون

متأكدين من هذا إلا إذا عرفنا كيف نعبر الفضاء، وليس هناك من سبيل للوصول إلى الزهرة إلا بعد مضي سنوات عديدة، ولا شك أن اكتشاف حقيقة هذا الكوكب سوف يكون مشوقا للغاية.

وإذا خرجنا عن نطاق المجموعة الشمسية فإننا نصادف النجوم، ويعتبر كل نجم منها شمساً مستقلة، وربما كان لبعض هذه الشموس كواكب تدور حولها، ومن المحتمل أيضاً أن نجد أراضي مثل أرضنا عليها بشر غيرنا ولكن المسافات التي تفصلنا كبيرة جداً حتى إننا لن نستطيع التأكد من هذا بكل دقة. ومع ذلك فإنه مما يبعث على السرور أن نفكر بأنه من المحتمل ألا نكون وحدنا في هذا العالم.

ولهذا فالأرض ليست مهمة إلى ذلك الحد الذي كنا نعتقده، في وقت من الأوقات، فما هي إلا كوكب صغير يدور حول نجم عادي، ولا يوجد فيها ما يثير الغرابة اللهم إلا توافر تلك الظروف المناسبة لنشأة الحيوانات والبشر.

الباب الرابع عشر

نظرة إلى المستقبل

لقد تتبعنا قصة الأرض عبر الزمان، ولم يتبق لنا إلا أن نرى ماذا يمكن أن يجد في تاريخها المقبل، ونتنبأ بما يحتمل أن يحدث خلال ملايين السنين القادمة.

وعلى الرغم من خمود النشاط البكر للأرض، إلا أنه من المؤكد أن الثورات البركانية والزلازل وحركات تولد الجبال وغيرها من الاضطرابات سوف تستمر وقتا طويلا. وسوف تتقدم البحار وتتقهقر، وسوف تغمر المياه بعض اليابسة، وترتفع الطبقات المترسبة في البحر لتأخذ مكانها على وجه البسيطة، وربما تتصل بريطانيا بأوربا مرة أخرى، ويصبح بحر الشمال يابسة مثلما كان في الماضي، كما ترتفع أجزاء من جوندوانا لاند القديمة من تحت سطح الماء. ولن تكون خريطة الأرض بعد مائة مليون سنة كما هي الآن، وسوف تأتي العهود الجليدية أيضاً مع ما يتخللها من فترات طويلة دافئة المناخ، وسيتطور ويتغير الإنسان والحيوان مثلما حدث في الماضي.

وهذه التغيرات في حد ذاتها لا تهمنا كثيراً، فإذا تعرضت الأرض لعهد جليدي كأسوأ فترات البرودة بالعصر البلايوستتوسيني، فإننا سوف

نتمكن من البقاء، حتى لو قاسينا كثيراً من الكوارث قبل أن نتعلم كيف نهيئ أنفسنا لهذا التغير، وستنقذنا مهارتنا وعلمنا، ولن تكون هناك مشقة إلا في نقل مدننا وقرانا من المناطق المغمورة بالمياه إلى أراض جديدة. أما المشكلة الكبرى نفسها فتقع في المستقبل الأبعد من ذلك.

فمما لا محالة فيه أن الحياة ستنتهي على الأرض كما بدأت من قبل ولن يدوم كوكبنا صالحا للحياة إلى الأبد. وليست هناك خطورة في أن يفقد كوكبنا غلافه الجوي، كما لا يعنينا أن تخبو الحرارة الداخلية للأرض، ولكننا يجب أن نتذكر دائما أننا نعتمد أساساً على الشمس، والشمس ليست أزلية في ذاتها.

وقد كان من المعتقد أن الشمس تحترق ببطء، وأنه سيأتي وقت في المستقبل البعيد تصبح الشمس فيه عجوزا عقيما يخبو ضوءها. وبالتالي تصاب الأرض ببرودة قاسية لدرجة يتجمد فيها الهواء ويصبح كتلة جامدة. ويعني هذا الفناء المحتم لكل الكائنات الحية، ولكن، تبين الآن أن هذه الصورة خاطئة. فكلما ازداد عمر الشمس اشتدت حرارتها تدريجا إلى أن تحدث في النهاية لهبا شديداً عنيفا، ثم تتقلص إلى نجم صغير كثيف لا يكبر كثيراً عن الأرض في حجمها الحالي. ومثل هذه النجوم القديمة معروفة ويطلق عليها الفلكيون اسم الأقزام البيضاء. ولكن من الاحتمالات المستبعدة أن يستمر الإنسان باقيا ليشاهد فناء الشمس، كما أن الأمل ضعيف جداً في أن تنجو الأرض من هذا اللهب العنيف الذي لن يمتد إلا لفترة قصيرة قبل تقلص الشمس.

وتدل حسابات الدكتور أوبيك أن هذه الكارثة سوف تصيبنا خلال مدة قدرها ألف مليون سنة تقريبا. ولن يحدث هذا بغتة، بل على العكس، ستكون هناك إنذارات كثيرة. وإذا تعلم الإنسان، حين ذاك، أسرار الكون كما يحتمل أن يكون فعلا، فسيتمكن من مغادرة الأرض هاجراً إياها كلية إلى عالم آخر أكثر إكراما له.

وربما نكون مخطئين فيما ذهبنا إليه ولا تلتهب الشمس على الإطلاق، فمعلوماتنا الحالية ما زالت غير كافية لنقطع بالرأي في مثل هذا الموضوع، وكل ما يقال من كلام عن هجرتنا إلى كوكب آخر يعد ضربا من الخيال بل سرابا بالنسبة لمستوياتنا الحالية. وعلى كل حال فأمامنا حقب جيولوجي كامل، هذا إذا كانت تقديرات الدكتور أوبيك صحيحة. هذا وقد كانت الحياة قد بدأت بمشقة تظهر منذ ألف مليون سنة، وربما وجدنا مخرجا بعد ألف مليون سنة من وقتنا الحاضر عندما يصبح الخطر محيقا بنا.

وعلى كل حال فالأرض في يومنا هذا مكان لطيف، فلقد قهرناها واستكشفناها ولدينا فرصة كبيرة لنعيش فيها حياة طويلة في سلام وأمان، وعلينا يتوقف ما إذا كنا سنجني ثمار هذه الفرصة أم لا.

ملحق رقم "١" العصور الجيولوجية في تاريخ الأرض

العصر		التاريخ مقدرا بما مضى من ملايين السنين		المدة استغرقت قدره بملايين السنين
		من	إلى	
		حقب ما قبل الكمبري		Pre-Cambrian
الأركي	Archaeozoic	± ٣٠٠٠	٥٢٠	٢٠
الحياة الأولية	Proterozoic			
		حقب الحياة القديمة السفلي		Low Palaeozoic
الكمبري	Cambrian	٢٥٠	٤٢٠	
الأوردوفيسي	Ordovicain	٤٢٠	٣٥٠	
السيلوري	Silurian	٣٥٠	٣٢٠	
		حقب الحياة القديمة العلوي		Upper Palaeozoic
الديفوني	Devonian	٣٢٠	٢٧٥	١٥
الكربوني	Carboniferous	٢٧٥	٢٢٠	١٥
البرمي	Permian	٢٢٠	١٩٥	١٥
		حقب الحياة المتوسطة		Mesozoic
الترياسي	Triassic	١٩٥	١٧٠	١٥
الجوراوي	Jurassic	١٧٠	١٤٠	١٠
الطباشيري	Cretaceous	١٤٠	٧٠	٧٠
		الحقب الثلاثي		Tertiary

الايوسيني	Eocene	٧٠	٤٥	٣٥
الأوليجوسيني	Oligocene	٤٥	٣٥	١٠
الميوسيني	Miocene	٣٥	١٥	٢٠
البلايوسني	Pliocene	١٥	١	١٥
			الحقب الرباعي	Quaternary
ابليوستوسيني	Pleistocene	١	–	١
الهولوسيني	Holocene	العشرة آلاف سنة الأخيرة		

ملاحظات

- برودة الأرض. الأمطار العظيمة. أولى بوادر الحياة.
- الحياة البحرية. انتشار الترايلوبينات.
- الحياة البحرية. أول الكائنات الشبيهة بالأسماك.
- الأسماك الأولية. أول النباتات البرية.
- الأسماك. أول البرمائيات. انتشار النباتات البرية. اتساع النشاط البركاني.
- عصر الغابات الفحمية (الكربون السفلي). انتشار البرمائيات. الحشرات المجنحة.
- انتشار الزواحف. آخر الترايلوبيتات. مناخات متقلبة. العهد الجليدي البرمي.
- الزواحف البحرية الضخمة. الدنصورات. العمونيات. أول الثدييات. انتشار الزواحف في البر والبحر. الزواحف الطيارة. النباتات المزهرة. تموت الزواحف بكثرة في نهايته. الطيور ذات الأسنان. الأشجار. أسماك من الأشكال الحديثة. أقصى انتشار للبحار. آخر العمونيات.
- انقرضت الدنصورات الضخمة نهائيا. التماسيح والسلاحف. الطيور عديمة الأسنان. انتشار الثدييات.
- الرئيسيات شبيهة الجيبون (نوع من القرود). الأشكال الحديثة من الحشرات.

- أوائل القرود الكبيرة. النمور ذات الأسنان السيفية.. الخ. تولد الجبال (الهيمالايا.. الخ).
- الأشكال الحديثة من الثدييات.
- الإنسان الأول. الماموث.. الخ. عصر العهد الجليدي.
- الإنسان . الحقب الحديث ويبدأ منذ حوالي ٨٠٠٠ آلاف سنة قبل الميلاد.

(ملحق رقم ٢)

بعض المراجع المفيدة

تناول هذا الكتاب أفرغاً كثيرة من العلم بتبسيط كبير، ولذا فإنه من الصعوبة بمكان أن نذكر قائمة كاملة بالكتب الضرورية التابعة للقراءة في هذه الأفرع. ولم نقصد أن تكون القائمة كاملة على الإطلاق، ولكنها على الأقل تفيد أولئك الذين يرغبون زيادة التعمق في دراسة هذا الموضوع.

وهناك كتب كثيرة عن الجيولوجيا ولكنني أخص بالذكر في هذا المجال الكتاب الجيد التالي الذي قام بتأليفه الأستاذ سوينرتون من جامعة نوتنجهام:

Solving Earth's Mysteries by Professor H. H. Swinnerton (Harrap, 1949).

أما بالنسبة للقراء القدامى فأوصي بالكتاب التالي للأستاذ سوينرتون وهو أكبر من سالفه ويعتبر مرجعا من الدرجة الأولى عن الأرض كما هي الآن وكذلك كما كانت عليه في الأزمنة الغابرة:

The Earth Beneath Us by Professor H. H. Swinnerton (Muller, 1955).

كما أن هناك أيضا كتابين ممتازين عن الجيولوجيا أولهما:

The Earth and Its Mysteries, by Dr. W. Tyrrell (Bell, 1953).

وثانيهما:

Geology: An Introduction to Earth History by Professor H. H. Read (Home University library, 1949).

بينما يعتبر قاموس الدكتور هيماس من الجيولوجيا مفيداً كمرجع قياسي وعنوانه كما يلي:

Dictionary of Geology by Dr. G. W. Himus (Penguin Refernece Books, 1954).

أما بالنسبة للزلازل والبراكين فهناك كتاب تازييف الذي يبعث على التشويق في هذا الشأن:

Craters of Fire by H. Tazieff (Hamilton, 1952).

أما من يريد الاستزادة من التفاصيل فعليه بالكتاب التالي للسير هارولد جيفريز:

Earthquakes and Mountains by Sir Harold Jeffreys (Muthuen, 1935).

أما دراسة البحار فيعالجها كتاب راشيل كارسون وعنوانه كالآتي:

The Sea Around Us by Rachel Carson (Staples, 1951).

أما المهتمين بدراسة علم الفلك فيهمهم بنوع خاص كتاب الأستاذ سمارت:

The Origin of The Earth, by Professor Smart (Cambridge University Press, 1951).

وقد تضمنت كثير من الكتب الفلكية فصولا عن الأرض نذكر منها:

Mysteries of Space and Time, by Dr. H. P. Wilikins (Muller, 1955).

Guide to the Planets, by Patrick Moore (Eyre and Spottiswoode, 1955).

ويعالج الكتاب التالي للكاتب بعض المسائل المتعلقة بالأرض:

Sun, Myths and Men, by Patrick Moore (Muller, 1954).

علاوة على ذلك فإن هناك كتابين من هذه السلسلة من الكتب " True Books" لهما علاقة بموضوعنا هذا، وعنوانهما كالآتي:

Worlds Around us, by Patrick Moore (Muller, 1954).

Space- Travel, by William F. Temple (Muller, 1954).

(ملحق رقم ٣)(*)

تعديل بعض التواريخ الجيولوجية
في الملحق رقم ١

حدثت بعض التغييرات في الأعمار الجيولوجية المطلقة لبعض العصور الجيولوجية منذ صدر هذا الكتاب في عام ١٩٥٤ نخص منها الأعمار الأولى التالية من تاريخ الأرض لأن ما طرأ عليها من تغيير يعتبر جسيما ولا يمكن التغاضي عنه.

العمر التقريبي للأرض ٤٦٠٠ مليون سنة.

أقدم الصخور المعروفة يقدر عمره بأكثر من ٤٠٠٠ مليون سنة ينقسم حقب ما قبل الكمبري إلى ما يأتي ابتداء بالأقدم:

ما قبل الكمبري الرابع يقدر عمره بأكثر من ٣٠٠٠ مليون سنة.

ما قبل الكمبري الثالث يقدر عمره من ٢٠٠٠ إلى ٣٠٠٠ مليون سنة.

ما قبل الكمبري الثاني يقدر عمره من ١٠٠٠– ١٢٠٠ إلى ٢٠٠٠ مليون سنة.

ما قبل الكمبري الأول يقدر عمره من ٦٠٠ إلى ١٠٠٠– ١٢٠٠ مليون سنة.

(*) أضاف المترجم هذا الملحق إلى الكتاب.

الفهرس